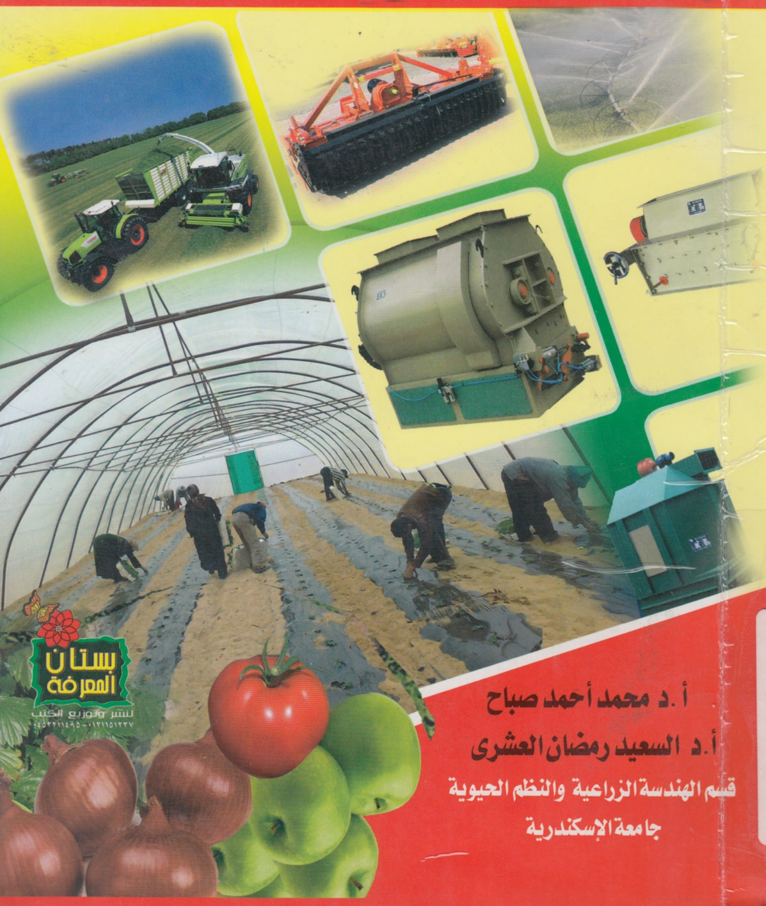
مقدمة فى

الهندسة الزراعية والنظم الحيوية



أ.د محمد أحمد صباح

أ.د السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

جامعة الإسكندرية

مقدمة فى
الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

Introduction To Agricultural and Biosystems Engineering

الأستاذ الدكتور
محمد احمد صبّاح

الأستاذ الدكتور
السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2010

بستان المعرفة
طباعة ونشر وتوزيع الكتب
تليفاكس: ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ & ٠١٢١١٤٥١٢٣٧



بطاقة فهرسة

صباح، محمد احمد & السعيد رمضان العشرى

مقدمة فى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية ٢٠١٠.

مكتبة بستان المعرفة، كفر الدوار:.

٢٦٠ص؛ ١٧× ٢٤سم

تدمك: ١-١٤٥-٣٩٣- ٩٧٧

أ- العنوان.

العنوان	مقدمة فى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية
اسم المؤلفين	أ.د/ محمد احمد صباح & أ. د/ السعيد رمضان العشرى
رقم الإيداع	٢٠٠٩/٢٦٤٢١ ...
الترقيم الدولى	I.S.B.N. ٩٧٧ - ٣٩٣- ١٤٥- ١
الطبعة	الأولى
الناشر	بستان المعرفة
	كفر الدوار ـ الحدائق ـ ش سور المصنع - أمام أبراج الحلوانى تليفاكس: ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ & الإسكندرية ٠١٢١١٥١٢٣٧ Email: bostan_elma3rafa @ yahoo.com

اهداء

يهدى المؤلفون هذا العمل فى " مقدمة فى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية " الى روح رائد الهندسة الزراعية فى مصر والشرق الاوسط ومقدمها الى المجتمع المصرى ... الى روح المرحوم الاستاذ الدكتورامين على ابراهيم استاذ الاجيال والذى حمل على عاتقه تطوير مهنة الهندسة الزراعية فى مصر . والى رائد العمل الميدانى فى هندسة استصلاح الاراضى والقوى والآلات الزراعية الاستاذ الدكتور عبد الحميد ابو سبع . والى روح الاستاذ الدكتور على الخشن الذى آمن باهمية الميكنة الزراعية فى تطوير الزراعة المصرية .ومارسها فى تعاون تام مع متخصص الهندسة الزراعية .

يهدى المؤلفون كذلك هذا العمل الى من حملوا راية الهندسة الزراعية فى مصر والعالم العربى والافريقى ، الاستاذ الدكتور على يسرى كريم استاذ الهندسة الزراعية بجامعة الاسكندرية و المرحوم الاستاذ الدكتور جورج باسيلى فى جامعة القاهرة والاستاذين الدكتور احمد فريد الصهريجى والدكتور محمد نبيل العوضى فى جامعة عين شمس والمرحوم الاستاذ كليم فرح فى جامعة المنوفية والمرحومين الاستاذين الدكتور سعود حمد والدكتور احمد خليفه فى جامعة المنصورة والاستاذ الدكتور صلاح عبد المقصود فى جامعة الزقازيق والمرحوم الاستاذ الدكتور متولى محمد متولى فى جامعة كفر الشيخ.

والى كل من ساهم فى بدء برامج الهندسة الزراعية فى قناة السويس والازهر واسيوط وبنها الى كل احيال الهندسة الزراعية الى كل من ساهموا ويساهموا فى العمل الميدانى وكل من ساعدوا فى بناء مهنة الهندسة الزراعية .

والى احيال الحاضر والمستقبل تسلموا الراية وحافظوا عليها عالية وجاهدوا لارتقاء مهنة الهندسة الزراعية والحيوية اكاديميا وميدانيا ومهنيا .

المؤلفون

مقدمة

لقد تم أعداد هذا الكتاب للطلاب الجدد الذين التحقوا بقسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية حديثا نتيجة لتنسيق طلاب الثانوية العامة بين الكليات المختلفة ونتيجة عدم تمكنهم من الالتحاق بكليات الهندسة والتى كانت لا شك رغبتهم الاولى .

يلتحق الطالب بهذا القسم دون معرفة مسبقة بما يحويه برامجه الدراسية وما هو سوق العمل الذى ينتظره . لذلك كان الغرض من هذا الكتاب توضيح دور مجال الهندسة الزراعية والنظم الحيوية فى التنمية الزراعية وتطورها ودور خريجى هذا المجال فى المجتمع وسوق العمل المناسب . لذلك مع اعطاء الطالب فكرة عن تاريخ الهندسة الزراعية وارتباطها بتطور الزراعة فى العالم والاهمية الاقتصادية والاجتماعية للزراعة بوجه عام وتأثير مهنة الهندسة الزراعية على هذا التطور .

لذلك يشمل هذا الكتاب اجزاءان هما :

الجزء الاول : مفهوم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية وتطور برامجها وسوق العمل لها فى مصر والعالم.

والجزء الثانى : عن المفاهيم الاساسية الهندسية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية و مصادر الطاقة المتنوعة واستخداماتها فى الزراعة ووسائل نقل القدرة ومحرك الاحتراق الداخلى كنموذج لتحويل الطاقة وكمصدر للقدرة فى معظم العمليات المزرعية .

والله ولى التوفيق

المؤلفان

الجزء الاول

مفهوم الهندسة الزراعية
والنظم الحيوية

تمهيد

قد ينتاب الانسان والمجتمع غفلة فى فترة من فترات الزمن فلا يضع الأولويات بقدر اهمية كل منها له. بل قد يهمل فى بعض الضروريات على حساب اهتمامه الشديد بالكماليات. وهذا ما ينطبق على قطاع الزراعة اذا ما قورن بقطاعات اقتصادية أخرى. وبمجال الهندسة الزراعية اذا ما قورن بالمجالات الهندسية الأخرى. فالقطاع الزراعي بما يشمله من انتاج وتصنيع وتسويق زراعي ، وهو القطاع الذى تخدمه الهندسة الزراعية، هو لاشك اهم القطاعات الاقتصادية الاجتماعية فى تنمية اى مجتمع واستقلاليه قراره وضمان أمنه الغذائي.

يشمل عنوان هذا الكتاب كلمات مفتاحيه لاستيعاب وإدراك وتقدير لهذا المجال من علوم المعرفة وفن التطبيق. المفاتيح الثلاثة هى الزراعة والنظم الحيوية والهندسة.

- فالزراعة هى وسط العمل Working Domain او النظام البيئي echo system والذى يشمل الأرض والمناخ والماء والهواء والبشر والحيوانات.
- النظام الحيوي هو مجموعة مكونات حية ترتبط بعضها ببعض لتؤدى وظيفة او وظائف معينة. فالخلية النباتية او الحيوانية هى نظام حيوي له مكونات لكل منها وظيفته اذا اختل مكون اختل النظام ككل. الخلية البكتيرية هى نظام حيوي متكامل . النسيج النباتي او الحيواني هو نظام حيوى. فالنبات نظام حيوي مكون من عدة مكونات (جذور، ساق، أوراق. ثمار... الخ) كذلك الحيوان وكذلك الإنسان.

- الهندسة هى المهنة التى تطوع المادة والطاقة وتطبق ما ينتجه العلم من معارف وعلوم أساسية وهندسية لاستخدامات الإنسان ورفاهيته. لذلك يكرس المهندس مجهوداته فى تصميم وتصنيع الآلات الملائمة وإنشاء المنشات واستخدام الطاقة مع الأخذ فى الاعتبار اقتصاديات المنتج وتأثيره على المحيط المجتمعي والبيئي. ولا ينتهي عمل المهندس عند التصنيع والتشغيل بل يستمر فى تحسين المنتج حيث ان تعظيم الاداء وتحسين التصميم هما جوهر التطبيق الهندسي والسمة المميزة لمهنة الهندسة للتعامل مع مشاكل ورغبات واحتياجات الانسان.

وعلى ذلك يمكن تعريف الهندسة الزراعية والنظم الحيوية على انها احدى المجالات الهندسية الرئيسية الاشمل تخصصا فى تطويع المادة والطاقة وتطبيق ما ينتجه العلم من معارف وعلوم اساسية وعلوم هندسية لايجاد حلول مناسبة وتقنيات ملائمة لحل مشاكل وتنمية الانتاج والتصنيع والتسويق الزراعى وتعظيم استخدام الموارد الطبيعية والحيوية وتقليل الفاقد والحفاظ على البيئة.

فى حين تتشابه أساسيات الهندسة الزراعية كمجال هندسي مع مختلف المجالات الهندسية الأخرى من حيث التعميم الا انها تختلف عن المجالات الهندسية الأخرى اختلافا جوهريا من حيث التطبيق ووسط العمل المتنوع والمتغير وكذلك فى العامل الحيوي التى تتميز به النظم الحيوية من خلايا وأنسجة نباتية وحيوانية ومدى حساسية هذه النظم فى تفاعلها وتداخلها مع مكونات النظم والمواد الأخرى خاصة غير الحيوية.

أن من الأهداف الرئيسية لبرنامج الهندسة الزراعية والنظم الحيوية تأهيل خريجي هذا البرنامج تأهيلا معرفيا وفنيا وتزويده بقدرات مهارية شخصية واجتماعية وإدارية لتمكينه من استخدام و أدارة الموارد الطبيعية والحيوية واستخدام التقنيات المناسبة في تنمية الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعي.

اذا ما هى الموارد الطبيعية والحيوية التى تخدم تنمية الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعى وما هو دور المهندس الزراعى Agricultural Engineer فى استخدام وتنمية هذه الموارد الطبيعية والحيوية وتطويعها لخدمة التنمية الزراعية.

الفصل الاول

الموارد الطبيعية
Natural Resources

الموارد الطبيعية الأهم في خدمة الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعي هى الماء والأرض والطاقة.

١. الماء : Water

الماء هو مورد الحياة لكل الأحياء.. ومصادر الماء المفيد للزراعة فى مصر تشمل أساسا :

- **نهر النيل: The Nile**

الذي يأتي إلينا من اثيوبيا (حوالي ٨٥ ٪)ومن أوغندا حوالي (١٥ ٪) وكل ما نحصل عليه بناء على اتفاقيتي عامي ١٩٢٩، ١٩٥٩ هو ٥٥,٥ مليار متر مكعب نستخدم منها حوالي ٨٥ ٪ للإنتاج الزراعي والباقى للصناعة واستخدام البشر.

- **المياه الجوفية Groundwater or Aquifers**

ومخزن المياه الجوفية فى مصر يصل الى ٢ مليار سنويا.حيث يستعيض ما يفقده فى الاستخدام من خلال الأمطار التى تسقط على هضبة تشاد على الحدود الجنوبية لمصر وليبيا وتتسرب فى طبقات حجرية فى اتجاه الشمال. كذلك تستعاض من تسرب مياه النيل خلال جوانب مجرى النيل الى طبقات سطحية. فى بعض الواحات تخرج المياه الأرضية على شكل ينابيع تحت ضغط

طبيعي وفى بعض الأماكن يتم حفر ابار وضخ المياه الارضية بالمضخات وتعتمد الزراعة فى شرق العوينات على المياه الجوفية .

- التساقطات المائية (الأمطار) **precipitations**

وهذا المصدر يعتبر ضعيفا فى مصر وغير محدد سواء مكانيا او كميا sporadic ومعظم الأمطار تسقط على شريط الساحل الشمالي بعمق لا يزيد عن ٣٠ كيلو متر جنوبا وفى سيناء، كما تسقط فى شاتيلاوحلايب فى الجزء الجنوبي الشرقي بالصحراء الشرقيةعلى حدود السودان.

وتقدر كميات الأمطار بعدد المليمترات المتراكمة خلال العام ويتراوح كمية الأمطار فى الساحل الشمال بين ١٠٠، ١٥٠ مليمتر سنويا.

وفى استخدام الماء فى الزراعة لا يكتفى الحديث عن الكميات المتوفرة بل لابد من الحديث ايضا عن جودة الماء (water quality) وتقدر جودة المياه الطبيعية غير الملوثة بكمية ملح كلوريد الصوديوم الموجودة فى الماء وتعتبر مياه النيل عند السد العالي هى انقى المياه واجودها للزراعة ولا يزيد نسبة املاح كلوريد الصوديوم بها عن ٣٠٠ جزء فى المليون (٣٠٠ PPM). وفى رى النباتات تختلف قدرة تحمل النباتات بوجة عام للملوحة من نبات لآخر فهناك نباتات لاتتحمل الملوحة الا بمستويات منخفضة واخرى نباتات بحرية قد تتحمل ملوحة البحر التى قد تصل الى ٣٠٠٠٠ جزء فى المليون. اما المحاصيل الزراعية فلاتتحمل الملوحة المرتفعة وغالبا لا ينصح بمياه رى تتعدى ١٠٠٠ جزء فى المليون ومن اكثر المحاصيل تحملا للملوحة الأرز.

٢. الأرض : Land

مساحة مصر الكلية حوالى مليون كيلو متر مربع مساحة الارض المزروعة والقابلة للزراعة بها حاليا لا تتعدى ٣,٤ ٪ من المساحة الكلية (٨ مليون فدان) شاملة وادى النيل، الدلتا، الواحات، بعض اراضى الساحل الشمالى الغربى واجزاء من سيناء وشرق العوينات، توشكا، شاتيلا وحلايب. وكما للماء مقياس جودة فايضا للأرض مقياس جودة يعبر عن قدرة التربة فى إنتاج المحاصيل وتصنف الأرض تبعا لجودتها الى عدة اقسام Classes. وتقاس الجودة بالتركيب الطبيعي من طمى ورمل وغيرها والتركيب الكيميائى من املاح وعناصر اخرى والتركيب العضوى (organic) وتحدد هذه التراكيب مدى ملاءمة الارض لإنبات المحاصيل.

٣. الطاقة المفيدة Useful Energy

اذا كان الماء هو مورد الحياه فان الطاقة هى محرك الحياه ولا حركة ولا نمو دون الطاقة. من الصعب تعريف مفهوم الطاقة تعريفا مبسطا، الا انه يمكن ان تعرف على انها السعة لانجاز شغل. ومع ذلك هناك بعض الحالات والتى لا يحدث شغل بالرغم من وجود طاقة. ويمكن التعبير عن مفهوم الطاقة تعبيرات هندسية فيما يلى :

أ- طاقة الوضع Protential Energy

التعبير Potential ياتى من الأصل اللاتيني بمعنى To be able اى (يمكنه) ويعادل باللغة الإنجليزية كلمة Possible او (ممكن) ويمكن التعبير

عن طاقـة الوضـع بانـه مخـزون الطاقـة التـى يملكهـا الجسـم. وعليـه فـان طاقـة الوضع تمنـح الجسم امكانيـة عمـل شغل (work). وهذا المخزون من الطاقة قد يكون طاقة ميكانيكية او حرارية او كيميائية، طاقة اشعاعية او انشطارية.

$$\bar{PE}\,(\,potentialEnergy) = Fh$$
$$= m\,.a\,h$$

حيث F هى القوة.
m هى الكتلة.
a العجلة.
h يمثل ارتفاع الجسم عن سطح ما.

ب- الطاقة الحركية Kinetic Energy

يعنى التعبير (Kinetic) فـى اليونانيـة الحركـة. وهـى الطاقـة التـى يمتلكها الجسم نتيجه حركته.

$$KE\,(\,KineticEnergy) = W = F\,.S$$
$$S = \frac{V^2}{2a}$$
$$KE = m.a\,\frac{V^2}{2a} = \frac{m\,V^2}{2} = \frac{mV^2}{2\,g}$$

حيث W هو الشغل.

S المسافة التى يتحركها الجسم.

V السرعة.

جـ - الطاقة الحرارية Thermal Energy

تتكون اى مـادة (صلب، سائل، غـاز) مـن مجموع جزئيـات (Particles) هذه الجزئيات تتحرك عشوائيا سواء متذبذبة او دورانية ولكل منها طاقـة حركـة. مجموع هـذه الطاقـات تسمى الطاقـة الداخليـة (Internal Energy) وهـى التـى تسبب الطاقة الحرارية للجسم.

٤ – الطاقة الكهربية Electrical Energy

يتم الاستفادة من الطاقة الكهربية بتحويلها الى طاقـة ميكانيكيـة كما فـى المحركات الكهربية او الى طاقة حرارية كما فى السخانات والافران والى طاقة ضوئية بالتسخين والى طاقة الصوت كما فى مكبرات الصوت.

الفصل الثانى

الموارد الحيوية Bioresources

كل ما هو حى هو مورد حيوى وقد يكون هذا المورد ايجابى يساعد فى تنمية الانتاج والتصنيع والتسويق الزراعى وهذا ما يجب تطويره و الاستفادة منه وقد يكون المورد الحيوى سلبى اى يسبب تدهور ونقص فى الانتاج او التصنيع او التسويق الزراعى وهذا ما يجب مقاومته وخفض ضرره. فمن الموارد الحيوية الهامة الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms والتى تشمل انواع البكتيريا المختلفة المفيدة منها والضارة، الخمائر Yeasts والفطريات Molds والحشرات النافعة والضارة هى موارد حيوية ايجابية واخرى سلبية. والحيوانات هى موارد حيوية والانسان كذلك مورد حيوى. كل المملكة النباتية موارد حيوية منها النافع كالمحاصيل ومنها الضار كالحشائش كل الموارد الحيوية موارد متجددة.

الزراعة كمورد حيوي طبيعي متجدد

Agriculture as a Natural Renewable Bio-recourse

الزراعة تعبير شامل يعبر عن طريقة حياة وثقافة مجتمعات وتاريخ تطور حضارات البشر، الزراعة للبعض مشروع استثمار وللبعض حرفة ولآخرين علم وللمستهلك سوق يمدهم بالاحتياجات الغذائية وللدولة هى قطاع اقتصادي هام. الزراعة للمجتمع كل ما سبق وأكثر. اعتمد الانسان الأول على صيد الحيوانات البرية وجمع ما ينبت فى الأرض طبيعيا لطعامه وفى هذه المرحلة من تاريخ البشر احتاج الانسان الأول لغذائه عن طريق الصيد والنباتات البرية بمساحة من الأرض تقدر

بحوالي ٢٠ كمتر مربع لكفايته. فى هذه المرحلة كانت الحيوانات والنباتات البرية هى المورد الحيوى الطبيعى الابتدائي الا انه حدث التغير المناخى الهائل بعد آخر عصر الجليد (ice age) اى حوالى ١١٠٠٠ (احدى عشر الف سنة)قبل الميلاد حيث تعرضت معظم الارض لمواسم جفاف طويلة ماتت فيها نباتات لم تتحمل الجفاف الا انها تركت فى التربة بذور ساكنة (dormant) ودرنات (tubers). مكنت هذه البذور الكامنة والدرنات بعض الصيادين وجامعى البذور كموارد حيوية نباتية فى بدايات زراعية جديدة ومتجددة وتشكيل اول تجمعات مستقرة تعتمد على هذه المحاصيل وما تبقى من موارد حيوية حيوانية وكائنات دقيقة. ومن هذه التجمعات ما ظهر فى مواقع متعددة على نهر النيل فى مصر منذ عشرة آلاف عام قبل الميلاد. ويمكن ملاحظة تكامل الموارد الطبيعية (الارض الخصبة، الماء، الطاقة الشمسية، المناخ المناسب) والموارد الحيوية من بذور نباتية ودرنات ومن حيوانات مستانثة. فى هذا العصر اخترع الفلاح المحراث واستخدم الثورلجر المحراث كما كان يحصد محاصيله بالمنجل وكان هذا بداية ميكنة العمليات الزراعية . فى الفترة بين ٨٠٠٠، ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد ظهرت فى الهند عمليات الدراس وتخزين الحبوب فى مخازن وكان ذلك بداية عمليات ميكنة وحفظ المحصول فيما بعد الحصاد.

الحضارات الوليدة : Nascent Civilization

بدأت الزراعة منذ عشرة آلاف سنة على الأقل كمورد حيوي أكثر استقرار للانسان ومنذ ذلك الحين مرت الزراعة بتطورات هائلة وقد ظهرت دلائل هذا الاستقرار فى أماكن عدة متفرقة فى العالم-فى الشرق الأوسط، فى الصين، سواحل افريقيا وعدة مناطق فى الأمريكتين حيث جمع الانسان فى هذه الآونة البذور البرية وأعاد زراعتها وحصادها يدويا منذ ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد زرع المصريون فى

خنادق على ضفاف النيل كما ظهر الارز كمحصول رئيسي فى الصين والذرة فى امريكا منذ ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد وظهر القمح والشعير فى اليونان منذ ٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد.كما بدا الانسان فى ترويض الحيوانات البرية واستئناثها وتكوين قطعان منها ترعى من مكان لآخر على النباتات البرية. اكتشف الفلاح الاول فى العالم عدد من الطرق التى يمكن بها تحسين انتاج محاصيله فكان يحمل الماء الى المحاصيل من الانهاروالينابيع والبحيرات او يحول الماء من المصدر الى محاصيل بواسطة قنوات صغيرة (ditches) بداية الرى (Irrigation). عندما يفيض والماء ويزداد كان يبنى المصارف. اكتشف الفلاح كذلك ان تقليب النباتات فى التربة والحرث إضافة فضلات الانسان او الحيوان الى التربة يحسن من اداء المحصول، بداية التسميد (fertilization). فى بعض المناطق حيث لا توجد مصادر ماء قريبة والأمطار قليلة، تعلم الفلاح ان يترك الأرض بين زراعة واخرى حتى تتراكم الرطوبة فى التربة وكان ذلك اول نظام زراعة الارض بالراحة (Fallow). كما وجد ان تغيير المحصول على نفس الارض من موسم لاخر كان مفيدا وكان ذلك بداية الدورة الزراعية (Crop rotation).

ولم يكن معروفا فى هذا الحين ان الدورة تحسن من خصوبة التربة وتركيبها والتحكم فى الحشائش والافات الحشرية والامراض.

فى هذه الفترة من زمن البشرية ظهرت فى الهند عمليات الدراس وتخزين الحبوب فى مخازن كما تطور الرى وبدات فكرة الحرث (٢٥٠٠ ق م)كما اخترع الصينيون آلة لضرب الازر (hydraulic –power hammer) كما اخترع كذلك مضخة لرفع الماء (chain pump) فى القرن الاول بعد الميلاد مستخدمين الثور

وحيوانـات اخـرى كمصـدر قـدره (power source) لرفـع المـاء لملئ قنـوات الـرى ولحـرث الارض وتشـغيلها ولانتقـال الانسـان ونقـل متاعـه. اسـتخدم الإنسـان كـذلك المنجل لحصاد محاصيله. ساهم كل ذلك فى ازدهار الحضارات الأولى وبـدء الحضارة الصناعية البدائية ازدادت بذلك ميكنة العمليات الزراعية كما الموارد الحيويـة مـن نباتـات وحيوانـات وبـدا الإنسـان يـتعلم كيـف يـزرع محاصـيله ويربـى حيواناتـه فأصبحت الزراعـة مسـتقرة فـى أمـاكن متفرقـة فـى العـالم. فـى هـذه الآونـة كانـت احتياجات البشر تقدر بمساحة ٢٠كمـتر مربـع لتغذيـة ٦٠٠٠ شـخص. اى أن مسـاحة الأرض كلها تكفى لتغذية ما لا يزيد عن ٣٠ مليون نسمة عليها فقط. وتظهـر أهميـة الزراعة كمورد حيوي فى تطور البشرية حيث تأسست الحضارات الوليدة على أساس مدى تنوع أصناف الحيوانات والمحاصيل Biodiversity والتـى اسـتقر علـى أساسـها البشر وبدأ فيما بعد فى تكوين مجتمعات.وحتـى نـدرك دور الميكنـة الزراعيـة فـى تـاريخ التطـور الزراعـي ثـم دور الهندسـة الزراعيـة فـى اتسـاع الرقعـة الزراعيـة والتنمية الزراعية وتوفير الغذاء والكساء لأعداد متزايدة من البشر و تعظيم الإنتاج الزراعي كما وكيفا وإنتاج صناعات غذائيـة جديـدة وطاقـة حيويـة جديـدة، حتـى نـدرك كل هذا التطور يمكن تقسيم عصور الزراعة وما يتبعها او يسـبقها مـن تطـور فى الميكنة الزراعية والهندسة الزراعية الى ثلاثة عصور او حقب محددة المعالم هى :

١ – الحقبة الأولى : الزراعة التقليدية او المعيشية :
Traditional or Subsistence Farming

فـى هـذا العصـر امتلـك الفـلاح الأرض، المنـاخ المناسـب، بـذوره، العمـال، وحيوانـات والمعـارف والخـبرات التـى تراكمـت عـبر العصـور منـذ أجـداده كانـت هـذه المعايير الوحيدة للإنتـاج. حتـى بدايـة القـرن العشـرين (١٩٠٠) فـان غالبيـة الـنظم

الزراعية فى العديد من الدول اتبعت هذه النظم التقليدية. فى هذه الحقبة لم تكن الأرض عاملا محددا (Limiting Factor) فقد زرعت النباتات على مسافات كبيرة بعضها من بعض بحيث يتم الحصاد يدويا. وكانت إنتاجية المحصول تقدر بالنسبة الى وحدة النبات. وبذلك كان المزارع يختار الوحدة النباتية الأقوى ذات الإنتاجية الأعلى ليوفر منها بذوره لموسم الزراعة القادم وكان هذا الاختيار هو بداية استدامة الموارد الحيوية. اعتمد مصدر القدرة فى هذه الحقبة على العمالة اليدوية خاصة افراد العائلة، وعلى الحيوانات. لذلك فقد قلصت القدرة المتاحة لديه إمكاناته فى الحرث على أعماق اكبر. كما لم يستطيع التوسع بزيادة المساحة المزروعة كما لم يستطع الانتقال او نقل بضائعه الا لمسافات قصيرة ومحدودة وبذلك كانت الميكنة الزراعية محدودة للغاية.

بعد عام ١٤٩٢ تبادل العالم النماذج الزراعية المختلفة من نباتات وحيوانات بحيث انتقلت المحاصيل والحيوانات من مكانها الاصلى الى الأماكن الأخرى.

الزراعة كانت عنصر أساسي فى تجارة العبيد ونقلهم من أفريقيا كما انها كانت سببا فى انتشار القوى الأوربية فى الأمريكتين، فى انتشار الاقتصاد على أساس الزراعة وإنشاء مزارع كبيرة لإنتاج المحاصيل كالقطن وقصب السكر اعتمدت بشكل كبير على العبيد.

فى العصور الوسطى طور المزارعون المسلمون الزراعة فى شمال أفريقيا والشرق الأوسط ونشروا تقنيات زراعية عديدة منها نظم الري على أسس هيدروليكية وهيدروستاتيكية، واستخدام بعض الآلات كالسواقى (norias) وآلات

رفع الماء،السدود، الخزانات. كتبوا كذلك بعض الكتيبات الإرشادية لزراعة مواقع محددة. اختراع الدورة الزراعية الثلاثية خلال العصور الوسطى واستيراد المحراث القلاب الذى اخترعته الصين. كل ذلك أدى الى تحسين فى الكفاءة الزراعية.

شاهد القرن الثامن عشر نقله أساسيه فى الزراعة امتدت الى أفريقيا وآسيا بواسطة التجار المسلمين فى العالم القديم. أدى ذلك الى انتشار محاصيل، ونباتات، وطرق زراعة عبر العالم الإسلامي، شملت الدورات الزراعية، الري، التحكم فى الآفات بحيث أطلق على هذا الانتشار عولمة المحاصيل Globalization of Crops والتي مع زيادة الميكنة قادت الى التغيرات فى الاقتصاد، التوزيع السكاني وزيادة الإنتاج الزراعي

وفى القرن التاسع عشر انتقلت التقنيات الزراعية المتقدمة الى تركيا وغرب الهند. كما استفادت الدول الاوربية من التقدم الزراعي الإسلامي اعتمدت الثورة الزراعية الإسلامية على تطوير نظم الري مستخدمين الآلات مثل السواقي، طواحين الماء، أجهزة رفع الماء، السدود، خزانات الماء – كما انهم تبنوا الطرق العلمية للزراعة لتحسين التقنيات الزراعية والتي اشتقوها من جمع المعلومات المتعلقة فى كل العالم.

فى بريطانيا بين القرن السادس عشر ومنتصف القرن التاسع عشر ظهرت ممارسات زراعية جديدة مثل الزراعة داخل سياج، الميكنة، الدورات الرباعية، التربية بالانتقاء مكن من النمو الزراعي غير المسبوق وساعد الثورة الصناعية. ظهر فى القرن الثامن عشر والتاسع عشر الصوب الزراعية اولا كانت لتربيةأناف نباتات معينة ثم امتدت الى التكثيف الزراعي .

ادت تجارب التهجين (hybridization) فى اواخر القرن الثامن عشر الى تفهم الوراثة النباتية وبالتالي أنتاج محاصيل مهجنة. ظهرت فى القرن التاسع عشر صوامع تخزين الحبوب (silos) كما ظهرت روافع الحبوب(Elevators)

الحقبة الثانية للزراعة : العلم والثورة الصناعية (الثورة الخضراء)
Science and Industrial Revolution (Green Rev.)

فى الحقبة الاولى اعتمد المزارع فى زراعته على تراكم الخبرة واعتمد فى تحسين انتاجية المحصول على انتاجية وحدة النبات او الحيوان حيث قام باختيار (Selection) اكثر النباتات انتاجية فى محصول موسم ما واحتفظ ببذور هذه الوحدات الاكثر انتاجية لزراعتة فى موسم التالى، وكذلك فعل مع حيواناته حيث استخدام الحيوان الاكثر صحة الاكثر مقاومة للظروف السيئة والاكثر انتاجية للعناية به وتربيته وتكاثره. وكانت طريقة الاختيار (Selection) بوابة علم التربية (Breeding) عند علماء النبات والحيوان.

فى الحقبة الثانية ادى التقدم العلمى والثورة الصناعية الى ثورة زراعية اطلق عليها الثورة الخضراء (Green Revolution). وبوجه عام فلقد كان التقدم العلمى الذى حدث فى مجالات عديدة كما فى الوراثة والكيمياء والطبيعية وعلم وظائف الاعضاء (Physiology) وعلم الامراض (Pathology) وعلم الحشرات (Entomology) والرياضيات بالاضافة الى العلوم الهندسية ومجالات اخرى ادى الى سلوك العاملين بالزراعة ابعاد اخرى غير تقليدية اساسا على الاسس العلمية بالاضافة الى الخبرة لتحسين انتاجية النبات والحيوان. من اهم مظاهر تطور الزراعة فى هذه الحقبة ما يلى :

١ – التربية والهندسية الوراثية
Breeding and Genetics Engineering

كان الاختيار (Selection) بين النباتات وبين الحيوانات هى بداية مجال تربية النبات والحيوان حتى عام ١٩٠٠ حيث ادت قوانين مندل (Mendel) فى الوراثة الى تاسيس مجال علم الوراثة والتى ادت الى ثورة فى مجال التربية. فى عام ١٩٢٠ ظهرت طرق انتاج الهجين (جمع الهجن Hybrid) والتى بدات بهجين الذرة والتى نشات عنها صناعة البذور. ابتداء من عام ١٩٥٠ ظهرت طرق عديدة لتربية النباتات وبعض محاصيل الخضر والفاكهة. تمكن المربيون من تطويع بعض النباتات لامكان زراعتها تحت ظروف مناخية مختلفة عن مناخ اصل النبات وفى اماكن لم تكن مناسبة لها. من امثلة هذه النباتات الارز والقمح. تمكن العلماء كذلك من انتاج اصناف نباتات لنظم زراعة خاصة بمناطق خاصة. كما امكنهم ادماج بعض خصائص نبات ما فى نبات آخر مرغوبة للمستهلك.وذلك كما يحدث فى عمليات التطعيم (grafting) تمكنوا كذلك من رفع القيمة الغذائية للنبات والتحكم فى ابعاد الوحدة النباتية لسهولة ميكنة عملية الحصاد. تمكن المربيون مع علماء الحشرات وامراض النبات من معرفة الميكانيكية الوراثية لمقاومة النبات للكائنات الحية والامراض. وبهذه المعارف ومن خلال الهندسة الوراثية ونقل الجينات تمكنوا من نقل صفات وراثية فى نبات ما (مثل المقاومة للامراض او المقاومة للملوحة) الى نباتات اخرى اقتصادية وذات انتاجية مرتفعة.

٢ – نظم الرى Irrigation Systems

الرى من الفنون القديمة والتى بدات مع معرفة الانسان للزراعة. الا انه مع تطوير الآت الثقيلة والقدرات الكبيرة لتحريك الارض (earth moving) وحفر الآبار ومد الانابيب وضخ الماء ادى الى انشاء نظم رى عديدة ومختلفة من قنوات مفتوحة ومن شبكات رى تحت ضغط (الرى بالرش Spray والرى بالتنقيط Drip). كما كان لاختراع المفرقعات اثرا كبير فى حفر القنوات خاصة فى الاراضى الصخرية وانشاء السدود لتخزين المياه فى انتاجيه المحاصيل.

٣ – الآلات والقوى الزراعية Farm Power and Machinery

بعد اكتشافات البترول واختراع محركات الاحتراق الداخلى (ICE) ثم تصميم الجرارات ذات القدرات المختلفة لتناسب العمليات الزراعية المختلفة وعمليات واستصلاح الاراضى وتحريكها. مع وجود الجرارات امكن تصميم آلات الحرث العميق والمطرحى والقرصى المطرحى والتى تحتاج الى قدرات كبيرة لجرها، كما امكن زيادة السعة الحقلية فى جميع العمليات الزراعية مما ادى الى امكانية انجاز هذه العمليات بالسرعات المناسبة وفى التوقيت المناسب.

بتطور المعارف الهندسية والزراعية تطور تصميم الآلات المختلفة واخترعت الآلات الخاصة بعمليات زراعية مختلفة كعمليات تسوية الارض وشق المصارف واعداد مرقد البذرة والزراعة بدقة (Precision agric) وآلات الرش والتعفير بالمبيدات وآلات نشر السماد... وغيرها.

في هذه الحقبة ظهرت وازدهرت الهندسة الزراعية وتطورت وكان لها الاثر الكبير والفعال فى تطوير الانتاج الزراعى بوجه عام. فلم تكتفى الهندسة الزراعية بعمليات الميكنة الزراعية والاستجابة لحاجة العملية الزراعية ولكنها تحولت الى مجال ديناميكى يشمل ضمنيا الميكنة الزراعية بمعناها اللفظى واللازم لتحويل العملية اليدوية الى عملية آلية ويشمل كذلك فكر تحسين اداء هذه العمليات ورفع كفاءتها وزيادة سعتها والتحكم فى الاداء. تشمل الهندسة الزراعية كذلك عمليات البحث المستمر للتصميم الافضل وابتكار اجهزة قياس الاداء وابتكار اجهزة وآلات تساهم فى التطوير الزراعى.

٤ – النقل والتصنيع والتخزين الزراعى :
Agricultural Transportation , Processing and Storage

لزيادة السكان المضطردة على سطح الارض ازدادت احتياجات البشر وتنوعت واستدعى ذلك نقل المحاصيل الزراعية من اماكن زراعتها لمسافات بعيدة بطرق نقل مختلفة (عربات، سكك حديد، سفن، طائرات)وتخزنيها لفترات زمنية طويلة قد تصل الى العام كذلك المزارعين او الدول التى تنتج فائضا زراعيا يحتاج الى تسويق فائضة يحتاج الى نقله داخل البلد او خارجها عبر المحيطات والبحار. يستدعى ذلك المحافظة على قيمة المحاصيل والمنتجات الغذائية ضد التدهور والفساد الذاتى او بمساعدة وسائط من الكائنات الحية الدقيقة او الحشرات وكائنات اخرى. لذلك كان لعمليات النقل الآن السريع اهمية كبيرة.

وكان للهندسة الزراعية الفضل الاكبر فى تقديم العديد من التطبيقات الهندسية وتصميم الاجهزة والنظم والتقنيات اللازمة لحفظ الغذاء والمحاصيل

الزراعية بواسطة طرق عديدة للتجفيف والمعاملات الحرارية والتبريد والتجميد — ولم تكن عمليات الحفظ فقط هى مساهمة الهندسة الزراعية فى هذا المجال من التصنيع الغذائى بل شملت العديد من عمليات تشكيل الغذاء وامتد نشاط الهندسة الزراعية الى تصنيع الاعلاف الحيوانية.

بوجه عام فلقد قام المهندسون الزراعيون باختراع العديد من الاجهزة والادوات والمعدات التى تساعد المزارع فى حصاد محاصيله، تصنيعها، تداولها، تسويقها وتخزين منتجاته. كمصانع تكرير السكر، تعليب الخضر والفاكهة، التجميد السريع للفواكه والخضروات والعجائن، مصانع تجفيف الالبان، انتاج العصائر... الخ.

٥ — مصادر القدرة الجديدة New Power Resources

اكتشاف الكهرباء ونشر شبكات الكهرباء ونظم التحكم واستخدام منتجات البترول ومحركات الديزل ذات القدرات الضخمة مكنت من انشاء محطات رفع على المجارى المائية مما زاد المساحات المنزعة المروية.

٦- الزراعة المكثفة والزراعة الحدثية
Intensive Agriculture & Modern Agriculture

يعنى التكثيف الزراعى انتاج اكبر ودخل اكبر لوحدة المساحة ووحدة الزمن. يتم التكثيف الزراعى بطرق عديدة فقد تكون بزيادة انتاجيه الفدان او تقصير زمن الانتاج. ويعنى التكثيف الزراعى لكل مستفيد (Stakeholder) معنى مختلف . فالتكثيف الزراعى للمزارع يعنى انتاج اكبر ودخل اكبر لوحدة المساحة لوحدة الزمن. وللعالم يعنى كفاءة استخدام المدخلات inputs من

مغذيات nutrients وطاقة energy وماء فى الناتج لوحدة المساحة ووحدة الزمن. وبالنسبة للدولة وصانعى القرار يعنى المتوسط القومى للمحصول لوحدة الانتاج.

فى السنوات الاخيرة تردد فى الدول مفهموم تحديث الزراعة الا ان التحديث يختلف فى وجهات النظر فمثلا فى الدول الصناعية فان درجة التحديث لا تقاس فقط بالناتج ولكن ايضا بالمخرج لوحدة زمن البشر (unit of human time) فى الدول ذات الوفرة فى الموارد الزراعية الطبيعية (الارض، الماء، الطاقة) فدرجة الميكنة (degree of mechanization) تسمح للمزارع بزراعة مساحات اكبر معيار آخر للزراعة الحدثية وكذلك أصبحت راحة وسلامة المزارع معايير هامة فى تحديث الزراعة. والميكنة تساهم بقوة فى زيادة الانتاجيه حيث تسمح الميكنة بوضع البذور والاسمدة فى المكان والعمق الذى يعظم من انتاجيه المحصول وهذا ما يطلق عليه الزراعة الدقيقة (Precision agriculture). إستخدام الرى الحديث تحت ضغط و ميكنة الانتاج الحيوانى معايير أخرى للزراعة الحديثة .

الحقبة الثالثة : التنمية الزراعية المتسارعة
Accelerated Agriculture Development

وهى الحقبة التى نعيشها الآن وتعبر عن التنمية الزراعية الجبرية forced–pace Agriculture خاصة فى الدول النامية developing countries والمتاثرة ليس فقط بالضغط الاقتصادى انما ايضا

بالضغط السياسى والبيئى والامن القومى. دخل فى هذه الحقبة عوامل جديدة تؤثر على التنمية الزراعية من اهمها التضخم البشرى ومحدودية الموارد الطبيعية للتنمية الزراعية والتلوث البيئى الناتج عن التنمية المتسارعة. ادت هذه العوامل الجديدة الى ظهور مفهوم الاستدامة (التواصل) Sustainability والتى يمكن تعريفها كالاتى :

الزراعة المستدامة : Sustainable Agriculture

هى الادارة الناتجة لموارد الزراعة الطبيعية والحيوية لتلبية الاحتياجات الانسانية المتغيرة وضمان تنمية هذه الموارد لمواءمة الاحتياجات الانسانية المستقبلية عاجلا وآجلا مع المحافظة على البيئة.

وتتجلى الموعظة الالهية فى ادارة انشطة الحياة لضمان استدامة الحياة فى الآية الكريمة فى سورة الرحمن :

(والسماء رفعها ووضع الميزان الاتطغوا فى الميزان واقيموا الوزن بالقسط و لا تخسروا الميزان) صدق الله العظيم

عوائق استدامة الزراعة :

عوائق الاستدامة كثيرة منها العوائق البشرية الناتجة عن الجهل او الجشع او فشل الادارة او انعدام الرؤيا او جميعها، ومنها العوائق الطبيعية التى تتمثل اساسا فى محدودية الموارد الطبيعية وتغير المناخ. وتتنوع العوائق البشرية من اجتماعية، ادارية وعالمية. اما العوائق الاجتماعية فتشمل جهل المزارع فى التعامل مع الموارد الطبيعية كالماء والارض والطاقة. يظهر ذلك بوضوح فى الاستهلاك غير الواعى لمياه الرى واستخدام المبيدات دون ترشيد مما يزيد من تلوث التربة والماء. وعلى

المستوى الادارى فعدم ادارة الكوارث البيئية بالكفاءة المطلوبة والتوقيت المناسب يعتبر عائقا للتنمية المستدامة.

وعلى المستوى العالمى... فالدول تستهلك الوقود الاحفورى بشكل مكثف مما يسبب تلوث البيئة عالميا والذى هو السبب الرئيسى لمشكلة ثقب الاوزون. كذلك الدول التى تقوم بازالة الغابات وهى التى تعتبر عنصر هام واساس فى توزان البيئة.. فالنباتات تمتص ثانى اكسيد الكربون وتبعث الاكسجين لتعويض ما يستهلك من الاكسجين وما ينبعث من ثانى اكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود ومشتقاته والمواد العضوية والمخلفات والذى يسبب تراكمه ظاهرة الاحتباس الحرارى وارتفاع درجة حرارة الارض وتغير المناخ والذى قد يؤدى الى اختفاء اراض كثيرة. من العوائق البشرية الهامة الزيادة المضطردة فى سكان الارض وزيادة احتياج هؤلاء السكان من الغذاء وتغير نمط استهلاك الانسان فى التغذية وزيادة متطلباته.

المحددات الطبيعية :

١- التربة

التربة مورد طبيعى هام كبيئة لنمو النبات خاصة التربة التى تكونها ترسبات الانهار كدلتا نهر النيل وضيعتيه بطول الوادى والتربة التى تتكون حاليا حول بحيرة السد العالى — هذا المورد محدود بمساحاته على مستوى العالم وعلى مستوى كل بلد. الا ان الانسان خاصة وللاسف فى البلاد النامية لم يكتفى بالمحدد الطبيعى للمساحات فزاد هو من تحديد هذه المساحات بتجريف التربة واستخدام الطبقة الغنية فى صناعات الطوب وكذلك بامتداد العمران والمبانى الخرسانية على الاراضى القديمة الاجود كبيئة للزراعة كما حدث فى مصر خلال الثمانينات والتسعينات من القرن التاسع العشر ومازال لاسباب اجتماعية احيانا وسياسية

احيانا اخرى دون التفكير فى مستقبل الزراعة. كذلك ما حدث فى بلدان اخرى كالبرازيل والتى قام السكان بازالة مساحات كبيرة من الاشجار مما ادى الى تصحر هذه الاراضى. هذا باضافة لفعل الرياح والتى تسبب تحريك الكثبان الرملية مسببة التصحر لاراضى جيدة زراعيا كما يحدث فى السودان. وبسبب محدودية التربة فقد توجه العلماء الى بحث استخدام الماء كوسط بيئى لنمو النباتات (Hydraubonics).

٢ - الماء

ويقصد هنا بالماء العذب حيث ان مساحة مياه المحطات والبحار ذات الملوحة المرتفعة غير الصالحة لاستخدامات الانسان تبلغ حوالى ٧٥ ٪ من مساحة الكرة الارضية. الا ان دورة المياه الكونية وتكون جبال الثلج فى القطبين يجعل من المياه العذبة لاستخدامات الانسان محدودة مهما زادت ويمكن حساب كميات الموارد المائية الحلو على سطح الارض. كما ان توزيع هذه الموارد فى العالم غير متوزان فنجد اغنى بلدان العالم مائيا هى كندا والتى لا يتعدى تعداد سكانها ٣٠ مليون نسمة فى حين هناك بلدان محرومة كلية من موارد المياه السطحية وما يحدث الان بين مصر والسودان فى جانب كدول مصب نهر النيل وكل من اثيوبيا واوغندا كدول منبع فى دول النهر من مشاكل فى تحديد نصيب كل دولة هو مؤشر هام لمحدودية كميات الماء المتوفر لسد رغبات وطموحات هذه الدول فى التنمية الزراعية والصناعية.... الخ.

منذ عقود بدا العالم فى غزو الفضاء بحثا عن سبل الحياة فى كواكب اخرى غير الارض حيث محدودية الموارد الارضية والمائية والحاجة الى موارد اخرى تتوازى مع الزيادة السكانية المتسارعة. وفى آخر المحاولات (٢٠٠٩) ارسلت الولايات المتحدة الامريكية مركبة فضاء على متنها صاروخا يتم قذفه الى بركان على سطح القمر

بحثا عن اثار للماء والحياة القديمة على سطح القمر فلقد ضاقت عليها الارض. وتعتبر اكبر استخدامات الانسان للمياه العذبة فى رى محاصيله. فمثلا تستخدم مصر ٨٥ ٪ من مواردها من الماء العذب فى الزراعة.

ومن المحددات التى يصنعها الانسان استخدامه الجائر غير الواعى للمياه خاصة فى الرى بالغمر (Flood) كذلك الاستخدام الجائر للمياه الارضية والتى من المفروض انها متجددة. الا ان الاستخدام الجائر لهذه المياه بفعل الآبار المتعددة دون ادارة جيدة وبتحايل على القانون فيحدث ان يكون معدل استهلاك المياه الجوفيه اكبر من معدل الاستعاضة (Replenish). وهذا الفعل يؤدى الى زيادة ملوحة مياه الآبار وكذلك التربة المحيطة اى يؤدى الى تدهور الماء والتربة. وقد حدث هذا فى بعض الاراضى الصحراوية على الطريق بين القاهرة والاسكندرية لعدم الادارة الواعية للمياه الجوفيه.

طرق الرى غير المناسبة ذات الكفاءة المنخفضة تسبب مشاكل عديدة للتربة وتستهلك معدلات ماء اكثر من احتياج النبات.

٣ - الطاقة :

محدودية الطاقة غير المتجددة كالبترول، الفحم... الخ بمحدودية تواجدة فى العالم... اما الطاقة المتجددة فمحدوديتها تظهر فى عدم التوصل الى التقنيات التى تستخدم هذه الطاقة اقتصاديا بحيث يمكن الاعتماد عليها كبديل اقتصدى مناسب.

٤ـ المحيط البيئى The Atmosphere

زيادة الانشطة الصناعية واستخدام الوقود الاحفورى والتقنيات المستخدمة لهذه الانواع من الوقود تسبب انباعث غازات CO_2 والتىتسبب تدمير بعض الغازات الموجودة فى الطبقات العليا اهمها طبقة الاوزون مسببة تعرض الارض الى مستويات مرتفعة من الاشعة فوق البنفسجية. زيادة تركيز ثانى اكسيد الكربون فى الجو مسببا الاحتباس الحرارى أو (greenhouse effect) مسببا ارتفاع درجة حرارة الجو ومؤثرا بشكل مباشر على مواعيد زراعة وحصاد المحاصيل. كما تسبب اذابة الجبال الثلجية فى القطبين مسببا ارتفاع مستوى المحيطات والبحار واغراق الاراضى المنخفضة كالدلتا فى مصر.

الفصل الثالث
الهندسة الزراعية
(الماضى والحاضر والمستقبل)

تاريخ الميكنة ومستقبل الهندسة الزراعية والحيوية :

فى بداية الزراعة استعمل الانسان يديه لحفر حفر لوضع البذور وحمل بنفسه الماء من مصدره الى النبات واعتنى بنباته حتى الحصاد الذى تم ايضا يدويا ولاشك كانت كل الاعمال الزراعية تتم يدويا لذلك لم يزرع الانسان الا ما يكفيه وعائلته.

فى اغلب الظن ان اول آلة استعملها الانسان كانت لغرض الحفر او الحرث. وفى اغلب الظن ايضا ان اول محراث كان عبارة عن عصاه تستخدم فى الحفر باليد لعمل مجرى توضع فيه البذور. جاء بعد ذلك ما يشبه الجاروف مصنوع من الخشب تستخدم معه القدم واليد ليخترق جزء اكبر من الارض وليقلب الارض قليلا. كما ظهر بعد ذلك الفأس وأدت هذه الاختراعات الى التطور الطبيعى للمحراث الذى يجر بواسطة الحيوان.

تظهر الرسومات الفرعونية فى مصر استخدام الفراعنة منذ عدة الاف من السنين للمحراث الالى المجرور بالثيران. كما ظهر المحراث الخشبى ذو السلاح الواحد والمجرور بالثور فى انجلترا فى عهد الساكسون. كما ظهرت العزاقات الخشبية والتى كانت عبارة عن مجموعة من العصى متصلة جميعها بهيكل خشبى فى القرن العاشر.

لم يبدا استخدام الات الحرث او تقليب الارض الابعد اكتشاف الحديد وتصنيعه حيث بدات مرحلة استخدام بعض الالات للحرث وبعضها للحصاد كالمنجل

وبعضها لما بعد الحصاد لعمليات ضرب الارز وطحن القمح وبعضها لرفع الماء الا ان الميكنة لم تكن مكتملة حيث كان مصدر قوة الشد اما الانسان او الحيوان فى العمليات التى احتاجت قدرة اكبر كحرث الارض على اعماق اكبر نسبيا و رفع الماء مسافات اكبر. وقد راى القرن الثامن عشر تقدما ملحوظا فى صناعة الة التسطير. كما راى بداية اختراع الة الدراس والتذرية للحبوب.

لم تكتمل عمليات الميكنة الزراعية الا بعد اكتشاف الفحم واختراع الآلة البخارية والتى كان لها الاثر الكبير على مكننة الزراعة واستخدمت فى جر المحاريث الكبيرة والآلات الثقلية الاخرى التى ظهرت بظهور الالة البخارية.

فى القرن التاسع عشر بدا اختراع الات الحصاد الميكانيكى وتحسين الات الدراس. وصل استخدام الالة البخارية فى الزراعة الى اقصاها فى بداية القرن العشرين وحتى اكتشاف البترول واختراع الات الاحتراق الداخلى وظهر اول جرار يعمل بالاحتراق الداخلى. وحتى بداية هذا القرن كان التقدم فى المكننة الزراعية بطيئا حيث كان يعتمد على معلومات محدودة واقتصر تصنيع الالات على امكانيات حداد ونجار القرية المحدودة للغاية. الا ان اهمية الالات والقوى الزراعية للمزارعين وكانت أساسا لزيادة المساحات المنزرعة او لنقص الايدى العاملة.

وحتى هذا الحين لم يكن هناك مجالا خاصا بالهندسة الزراعية الا انه حتى عام ١٩٠٦ كان هناك ما يسمى بهندسة الزراعة والتى بدات اصلا كاجزاء متناثرة تحت تخصصات هندسية ملائمة ومعروفة فى هذا الحين فبدات الالات والقوى الزراعية تحت تخصص الهندسة الميكانيكية. ولذلك اطلق على هذا الفرع من الهندسة الميكانيكية (الميكنة الزراعية) Agricultural Mechanization

ولذلك تعرف الميكنة الزراعية على انها : تحويل العمليات الزراعية من عمليات يدوية الى عمليات زراعية تستخدم الالات وتستبدل القوى البشرية والحيوانية بقدرات الية وذلك لزيادة مخرجات المزرعة.

كما بدات المنشات الزراعية وتخطيط القرى والرى والصرف الزراعى والمساحة تحت تخصص الهندسة المدنية. كما تبعت اجهزة وصوامع الحبوب للهندسة المدنية.

مع دخول عصر التصنيع Industrization وبداية الصناعات الكبيرة والحاجة المتزايدة للميكنة الزراعية فى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، اخذت صناعة الآلات والجرارات الزراعية شكلا جديدا متطورا وصنعت الآلات بابعاد قياسية وقطع غيار كما ظهرت آلة الحصاد المجمعة Combine وبدات الهندسة الزراعية عصرها الذهبى.

ففى خلال الحربين العالميتين الاولى والثانية زاد الطلب على المنتجات الزراعية وقل فى نفس الوقت عدد العاملين بالزراعة لانشغالهم اما فى الحرب او للعمل فى مصانع تعطى اجور اعلى. وقد ادى هذا الى زيادة الحاجة الى استخدام الالات عن ما قبل فربما كانت الحاجة الى ايدى عاملة ونقصها بمثابة الدافع الحقيقى لتقدم استخدام الالات الزراعية وتطورها فى العصر الحديث ذلك حيث لم يتوقف التطور بعد انتهاء الحرب بل زاد معدله زيادة كبيرة. ومن العجيب ان يصبح سبب تطور الالات الزراعية فى بدايتها هو نفسه الغرض من التطور فيما بعد فقد اصبح

تقليل عدد العمال الزراعيين اللازمين للزراعة هو غرض من اغراض تطور اختراع الالات الزراعية.

امكن انجاز العمليات الزراعية بسرعة لم تكن ممكنة من قبل، كما ان تطور السكك الحديدية وشبكات الطرق السريعة وزيادة استخدام النقل فى الحاويات containers وصناعةالتبريد خاصة فى الدول المتقدمة كانت ايضا هامة لنمو الزراعة المميكنة.

ومما لاشك فيه تاثير الحربين العالميتين الاولى والثانية على استخدام الالات فى التصنيع الغذائى وتطورها خاصة فى صناعة الحفظ والتعليب والتجفيف وذلك لامداد الاعداد الكبيرة من الجيوش بالمواد الغذائية المحفوظة. ان استخدام الالات فى الانتاج الزراعى كان له فضل كبير فى التنمية الزراعية فى كثير من بلدان العالم كالولايات المتحدة الامريكية وانجلترا وكثير من دول اوربا. وقد تنبهت بلدان العالم النامية الى هذه الحقيقة فبدات فى احلال القوى و الالات الزراعية مكان الحيوانات والالات القديمة اليدوية. كما ان استخدام القوى والالات الزراعية ادى الى وفرة الايدى العاملة التى يمكن ان توجه الى الصناعة والتنمية الصناعية والتى اكثر ما تظهر فى تاريخ امريكا الحديث.

ولنجاح استخدام الالات الزراعية يجب ان يكون ذلك بالتعاون المستمر مع جميع افرع الانتاج الزراعى الاخرى حتى تتناسب الالة مع مواصفات النبات او تتناسب مواصفات النبات مع امكانية الالة.

مع زيادة المعارف الخاصة بالنبات واحتياجاته من التربة والماء والظروف البيئية بدا الانسان فى استخدام الاسس الهندسية والرياضيات لتصميم الاته وتحسين اداء الالة واداء الجرار... فلم تصبح الميكنة الزراعية تعبيرا شاملا واصبح تعبير الهندسة الزراعية هو السائد والاشمل ولقد ظهر اول قسم متخصص فى الهندسة الزراعية فى امريكا فى جامعة ولاية ايوا عام ١٩٠٦ وفى عام ١٩٠٧ انشا اول جمعية للمهندسين الزراعيين الامريكيين. وانضمت كل فروع الهندسة الزراعية المعروفة آن ذاك تحت تخصص جديد هندسى يسمى الهندسة الزراعية كما ظهرت تخصصات اخرى مؤخرا انضمت تحت مظلة الهندسة الزراعية اهمها هندسة التصنيع الغذائى. وقد ازدهر هذا التخصص اثناء وبعد الحرب العالمية الثانية وذلك للحاجة الى الاحتفاظ بالغذاء دون فساد لفترة زمنية طويلة.

وكان من اهم نتائج انتشار استخدام الالات الزراعية تحسين طرق ادارة المزارع وتوفير الوقت والجهد للمزارع للتفكير والتخطيط. كما ان استخدام الالات الزراعية يساعد كثيرا على التوقيت الصحيح، فبعض العمليات الزراعية لابد وان تؤدى فى فترة زمنية وجيزة لضمان القيمة العالية للناتج الزراعى، امكانية استخدام الالات يسرع من انجاز هذه العمليات واتمامها فى الوقت المطلوب. كما ان المكننة الزراعية تعمل على توفير بيئة العمل الصالحة وانجاز بعض الاعمال التى قد يكون من المستحيل انجازها باليد العاملة. فى الويات المتحدة الامريكية عام١٨٩٠ ظهر أول جراروأطلق عليه الشيطان فى عام ١٩٠١. ظهر جرار فورد فى عام ١٩١٧ ثم جرار فارمال عام ١٩٢٣ وكانت كل الجرارات حتى هذا الوقت تتحرك على عجل من الحديد.

وخلال ثلاثينات القرن العشرين بدا استخدام العجل الكوتش ذات الضغط المنخفض وظهرت جرارات فرجسون ثم انتشر استخدام الجرارات التى تعمل بالديزل.

كذلك بدا الاهتمام بأمن السائق وراحته فزود الجرار بكابينة تحميه من اى حوداث ومن اى صوت مزعج خارجى. كما زود الجرار باجزاء لنقل القدرة باشكال مختلفة اثناء حركة الجرار او اثناء وقوفه فزودت به طارة يمكن بها نقل الحركة لآلات الدراس او طحن وخلافه. كذلك زود بعامود ادارة خلفى لإدارة بعض الالات الزراعية اثناء الحركة. كما زود بجهاز رفع هيدروليكى لرفع الالات والتحكم فى عمق الحرث او البذر وخلافه من العمليات كما زود بنظام شبك للالات الزراعية تسمح برفع الالة الزراعية والتحكم فى حركتها ثم استخدام الكاتينة للجر على الاراضى المنزلقة.

وبالنظر الى المستقبل فهناك بحوث تجرى فى انجلترا وامريكا لانتاج جرارات تعمل دون استخدام الانسان. فى الاتحاد السوفييتى تستخدم القضبان المعلقة لتوجيه الجرارات. ويستخدم هذا النوع فى مساحات مستطيلة كبيرة.

لذلك فان العمل فى مجال الهندسة الزراعية يضع خريجى الهندسة الزراعية فى تحديات اكبر من التحديات التى يلاقيها المهندس العامل فى مجالات هندسية اخرى.

وبالنظرة العامة لانتاج الالات الزراعية فى العالم فان هناك اتجاهين فى تصميم وانتاج هذه الالات.. الاول والذى تتزعمة الولايات المتحدة الامريكية وهو

انتاج الالات الضخمة والجرارت ذات القوى العالية والتى تصلح لزراعة الاراضى الشاسعة وهى تلائم الى حد كبير نظام الزراعة فى الولايات المتحدة كما تلائم الى حد ما الاراضى المستصلحة بمساحات شاسعة اما الاتجاه الاخر وهو ما يسمى بالتكنولوجيا الملائمة وتتزعمها اليابان والتى تنتج الات صغيرة تستخدم فى مساحات محدودة وبمواصفات خاصة تلائم الظروف الخاصة بالبيئة المحلية ويصلح مثل هذا الاتجاه فى البلاد النامية والتى تعمل على نشر المكننة الزراعية. كما تصلح للمساحات الصغيرة نسبيا والاراضى القديمة فى مصر والملكيات الصغيرة. هناك العديد من محاصيل الخضر والفواكه التى تحتاج الى مزيد من البحث والتصميم لمكننة بعض العمليات الخاصة بانتاجها وخاصة عمليات الزراعة والحصاد والتعبئة. كما ان هناك العديد من العمليات الزراعية التى تحتاج الى تحسين فى طرق مكننتها. كذلك بدا التحكم الالى يدخل فى الانتاج الزراعى واكثر ما يكون فى التصنيع الغذائى. كما انه من المتوقع ان يدخل فى عمليات الانتاج الزراعى فى الحقل. وبذلك يبعد الانسان اكثر واكثر عن التدخل فى انجاز العمليات المختلفة وتوقيت انجازها. تطور الهندسة الزراعية او كما يسيمها البعض مكننة الزراعة اى احلال القوى الالية والالات مكان القوى البشرية والحيوانية لم تحدث بطريقة مستمرة ولكنها حدثت بطريقة متقطعة واغلبها كان يمر بالتجربة والخطا. كما ان هذا التطور او التغير فى بعض الاحيان كان يواجه بمعارضة من بعض المزارعين وكان فى بعض الاحيان يحتاج الى شجاعة المزارع لدخول التجربة مع احتمال الفشل.

ففى عام ١٨٧٠ اكثر من نصف القوى العاملة بالولايات المتحدة الامريكية كانت تعمل بالحقول اى بالعمل الزراعى وفى عام ١٩٦٠ قلت العمالة الزراعية لنفس

الرقعة الزراعية عامل زراعى واحد يقوم بعمل ١٢ عامل فى السابق وفى عام ١٩٧٦ وصلت النسبة من ١ إلى ٣٦ هذا مع زيادة الارض المنزرعة وزيادة الانتاج الزراعى.

الهندسة الحيوية Biolosical Engineering

عندما بدا العلماء فى تحويل المعارف العلمية المشتقة من الطبيعه The nature الى معارف هندسية تتحول الى تقنيات تخدم المجتمع كانت علوم الطبيعة (Physical Sciences) هى اول المعارف العلمية التى تحولت الى معارف وعلوم هندسية وظهرت منها الهندسة المدنية والميكانيكية ثم الكهربية ثم ظهر فيما بعد المجال الهندسى الذى اعتمد على المعارف الكيميائية فانشا مجال الهندسة الكيميائية. الا ان الهندسة الزراعية نشات اساسا من المعارف الهندسية المدنية والميكانيكية والكهربية. فى العقدين الاخيرين بدا مجال جديد هندسى يشتق معارفه وقوانينه من المعارف والعلوم الحيوية (Biological Science and Knowledge) ويطلق عليه مسمى الهندسة الحيوية مع العلم ان اول من ابتكر تعبير الهندسة الحيوية عالم بريطانى (Heinz Wolff) عام ١٩٥٤. يمكن تعريف الهندسة الحيوية كما يلى :

الهندسة الحيوية : هى المجال الهندسى الذى يستخدم المعارف والعلوم الحيوية والطبيعية والكيميائية والاسس الهندسية لوصف سلوك النظم الحيوية (Biosystems) والعمليات الحيوية (Biological processes) وتصميم التقنيات الهندسية الحيوية لمواجهة التحديات فى مجالات الاحياء (Biology) والطب (Medicine).

تستخدم الهندسة الحيوية المعارف والخبرات من عدد من العلوم الاساسية والهندسية والتطبيقية مثل انتقال الحرارة والمادة، علوم الحركة، الوسائط الحيوية (Biocatalysts) ، المكيانيكا الحيوية (Biomechanics) المعلومات الحيوية (Bioinformatics)، عمليات الفصل والتنقية (Seperation and Purification Processes)، تصميم المفاعل الحيوي (Bioreactor design) علم الاسطح (Surface Science)، ميكانيكا الموائع، الميكانيكا الحرارية، علم البوليمر (Polymer Science) تستخدم هذه المعلومات فى تصميم الادوات الطبية واجهزة التشخيص (Diagnostic equipment) و مواد التوافق الحيوى (biocompatible materials) . كما تطبق الهندسة الحيوية هذه الاسس الهندسية فى السلسة الكاملة للنظم الحية(Living Systems)، شاملة العلوم الحيوية الجزيئية (Molecular biology) والكيمياء الحيوية (biochemistry)، وعلم الكائنات الحية الدقيقة (microbiology) بالاضافة الى بعض التخصصات الطبية والصيدلانية. تتعامل الهندسة الحيوية فى مجالات الاستدامة (Sustainability) والتحليل (analysis) لتحسين واستخدام النظم الحيوية.

تطبق الهندسة الحيوية كذلك فى التعديلات البيئية مثل حماية سطح التربة، تثبيت الاراضى و حماية الشواطي، مصدات الرياح، الموانع النباتية (Vegetation barriers) كموانع الصوت والرؤيا وتحسين بيئة مساحة معينة.

يستخدم المهندسون الحيويون (Bioengineers) اساسيات علوم الحياة والادوات الهندسية لتصميم و لتخليق مواد ومنتجات مفيدة وملموسة.

بوجه عام يحاول المهندس الحيوي ان يحاكى النظم الحيوية او تعديلها اوالتحكم فيها لتحل مكان العمليات الكيمائية والميكانيكية او تساعدها.

حتى الان لم يظهر برامج دراسة للهندسة الحيوية فى الجامعات المصرية سواء مستقلة او ضمن برامج الهندسة الزراعية. الا ان بعض اقسام الهندسة الزراعية قامت بتعديل مسمى القسم العلمى من الهندسة الزراعية الى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية وذلك بهدف البدء فى اضافة بعض مقررات الهندسة الحيوية وتنمية هذا المجال الحيوى ذا المستقبل الحيوى.

ومن امثلة مواضيع البحوث القائمة والتى يمكن تحويلها الى مقررات فى الهندسة الحيوية :

- هناك العديد من الدراسات على تاثير الضغط المرتفع على مواصفات الجودة للفواكة والخضروات خاصة اثناء التخزين.
- تاثير الضغط الهيدروستاتيكى المرتفع على الانزيمات والكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بالغذاء مع الابقاء على الخواص المميزة للمنتج.
- تاثير الضغط على النشاط الفسيولوجى للمنتجات.
- تاثير الضغط المرتفع على التفاعلات الكيميائية المتعلقة بجودة الغذاء.
- الضغط المرتفع كطريقة تصنيع فعالة فى صناعة الغذاء.
- الاجهادات الحرارية على النباتات ومدى تحملها للحرارة.
- تاثير درجة التخمرو التجميد وظروف التجميد على تثبيط وتنشيط البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة فى الغذاء.

- تقييم تاثير عمليات ما بعد الحصاد على التغير فى حيوية خلايا وانسجة الاغذية سريعة التلف.
- دراسة ميكانيكية التمثيل الضوئى Photosysthesis للنبات وتاثره بالعوامل المناخية.
- طرق قياس التغيرات الفسيولوجية للثمار والاوراق على النبات قبل الحصاد وحتى النضج وكذلك بعد الحصاد وتحت ظروف مختلفة من التخزين.
- قياس جودة الفواكه والخضروات.

سوق العمل لخريجى الهندسة الزراعية

Job Market for Agricultural Engineering Graduates

الهندسة الزراعية المهنة الغائبة عن السوق المصرية والتى حتى الان لاترى لها هوية واضحة ولا يتمتع خريجوها بمسمى واضح يفرقهم عن الاخرين.. فخريج الهندسة الزراعية هو مهندس زراعى كما هو خريج اى قسم او برنامج دراسى اخر فى كليات الزراعة.. لذلك يتوه خريجوا الهندسة الزراعية بين اقرنائهم من خريجى الاقسام الاخرى لكليات الزراعة.

والحقيقة الغائبة ان هذه التسمية لا يجب ان تنطبق على اى خريج من اقسام كليات الزراعة ماعدا خريجى الهندسة الزراعية حيث يطلق على خريجى الهندسة الزراعية فقط فى العالم مسمى Agricultural Engineer اى المهندس الزراعى..

فى مصر يرتبط مسمى مهندس زراعى باذهان العامة باى خريج لكلية الزراعة بغض النظر عن تخصصاتهم وخلفياتهم العلمية.. فخريج قسم المحاصيل

هو مهندس زراعى بالتعريف المصرى اما بالانجليزية هو Agronomist وخريج الاقتصاد الزراعى هو مهندس زراعى ولو انه بالانجليزية Agricultural Economist وهكذا لكل مهنة زراعية مسماها الحقيقى بالانجليزية ومسماها المعمم والموحد بالعربية.. ولاشك ان هذا يهدر مفهموم كل تخصصات وبرامج كلية الزراعة المتنوعة وقيمتها الحقيقية وحاجة السوق اليها..

وحتى نحدد متطلبات سوق العمل لخريجى اقسام الهندسة الزراعية قد نبدا بالسؤال عن مدى احتياج سوق العمل الى خريجى الهندسة الزراعية وهل يبحث سوق العمل عنهم.. هل يدرك سوق العمل ميزة ما فى خلفية خريج الهندسة الزراعية حتى يفضله عن غيره من خريجى اقسام الهندسة او اقسام الزراعة.. لقد ظل خريج الهندسة الزراعية حائرا فى سوق العمل لا يملك هوية واضحة ومحددة ومعلنة ينافس خريجى الهندسة من ناحية وخريجى الزراعة من ناحية اخرى واصبح كمن (يرقص على السلم) لا يمكن استخدام كلمة مهندس او هندسة على اطلاقها دون ربطها بقطاع انتاجى او خدمى فالمهندس المدنى يقوم بتفعيل خلفيته الهندسية فى قطاع الانشاءات والمهندس الميكانيكى يستفيد بدراسته الهندسية فى القطاع الميكانيكى وكذلك مهندس الكهرباء والمعمارى والكيميائى... الخ.

من هذا المنطلق يمكن تعريف المهندس الزراعى (خريج الهندسة الزراعية) على انه المهندس الذى يستخدم معلوماته وخلفيته الهندسية وتطبيقها فى قطاع الزراعة والتعامل مع كل ما يرتبط بالانتاج الزراعى وانتاج الغذاء وتداوله وتسويقه.. وقد يتفرع هذا التخصص الى تخصصات اخرى اكثر دقة فهندسة انتاج المحاصيل قد يكون فرعا متخصصا يعمل خريجوه فى ميكنه عمليات انتاج المحاصيل الحلقيه والبستانيه بدءا من استصلاح الاراضى وتسويه التربة والحرث

والزراعة بالبذرة او الشتلة او الدرنة ورعاية المحصول ووقايته والرى والتسميد ثم ميكنة الحصاد والدراس... الخ . من الواضح ان سوق العمل لهذا النوع من الخريجين يكون اساسا فى مزارع الانتاج النباتى من محاصيل حقليه او محاصيل بستانيه خاصة وقد ازدادت اعداد هذه المزارع فى الاراضى الصحراوية ومعظمها ينتج للتصدير... قد يأتي قطاع صناعة الغذاء Food Industry كقطاع صناعى زراعى كبير كسوق عمل كبير لخريجى الهندسة الزراعية خاصة المتخصصين منهم فى فرع هندسة التصنيع.. ومن التحول العالمى الى منظومة السوق الحر وتبعية السوق المحلى لمتطلبات السوق العالمى ظهر العديد من الشركات الاستثمارية والمتعددة الجنسيات فى قطاع صناعة الغذاء والتى تعتبر سوقا جديدة وشرهة لخريجى هندسة التصنيع الغذائى بشرط التأهيل المناسب..

كما اصبح التصدير بوجه عام مصدرا اساسيا من مصادر الدخل القومى واصبح التصدير الزراعى والغذائى مكونا رئيسيا من مكونات التصدير لذلك فانه كلما ازداد وتنوع التصدير الزراعى ازدادت متطلبات السوق من اعداد ونوعية الموارد البشرية المتخصصة من الجامعة والتى لا تتوفر الا فى خريج درس العلوم الهندسية والزراعية والحيوية وتطبيقاتها فى هذا القطاع خاصة فيما يتعلق بتداول وتخزين وتصنيع المنتجات الزراعية... ولا يتوفر ذلك الا فى خريجى الهندسة الزراعية. لاشك ان قطاع الانتاج الحيوانى والداجنى والسمكى هى اسواق عمل كبيرة ومتنوعة لخريجى الهندسة الزراعية خاصة المتخصصين فى هندسة المنشات الزراعية والبيئة الحيوية.. انتاج الطاقة الجديدة والمتجددة من المنتجات والمخلفات الزراعية والغذائية واستخدامها فى الزراعة مجال اخر لاستقطاب خريجى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية كذلك شركات تدوير المخلفات المنزلية والزراعية

وتصنيع الاسمدة العضوية مجال اخر للعمل شركات تصنيع وتوزيع وتصميم اجهزة وشبكات الرى الحديث اصبحت سوق عمل كبير لخريجى الهندسة الزراعية، كذلك شركات تصنيع الآلات الزراعية ومحطات الميكنة الزراعية التى تنتشر فى مصر شمالا وجنوبا منها ما هو خاص ومنها ما يتبع وزارة الزراعة، كذلك محطات بحوث واختبار الالات والجرارات التابعة لوزارة الزراعة تستوعب العديد من خريجى الهندسة الزراعية.

بعد تحديد سوق العمل فى القطاع الزراعى يبقى تحديد متطلبات هذا السوق من خريجى الهندسة الزراعية...

متطلبات سوق العمل من خريجي الهندسة الزراعية

فى دراسة متطلبات سوق العمل تم اتباع عدة طرق فى محاولة لحصر متطلبات سوق العمل فى مؤهلات خريجي الهندسة الزراعية والتى اشتملت على :

- الاستبيانات Questionnaires
- دعوة متحدثين خبراء من سوق العمل Invited Key Speakers
- المقابلات الشخصيه Personal Interviews
- استعراض البرامج الدراسيه غير المصرية للهندسة الزراعية

Review of non- Egyptian Agricultral Engineering Programs

ويمكن تلخيص نتائج الاستبيانات فى الاتى :

- اكساب الخرجين مهارات تنافسية تضعه فى منافسه مع غير المتخصصين فى مجالات الهندسة الزراعية.

- الاهتمام بمواصفات الجودة لاى منتج.
- مواكبة التقدم السريع فى تقنيات المعدات والاجهزة والالات الزراعية.
- ادخال ثقافة الحفاظ على البيئة من خلال البرنامج الدراسى والمقررات.
- يحتاج السوق الى خرجين على دراية بالصناعات الصغيرة فنيا وماليا واداريا خاصة الصناعات المغذية فى مجالات الهندسة الزراعية مثل قطع الغيار والمعدات الصغيرة والتى تساعد على خلق فرص عمل للخريجين بعيدا عن الجهاز الحكومى.
- اصبحت ميكنة الحيازات الصغيرة ومعدات الصناعات الصغيرة من التحديات الكبيرة للبرامج التعليمية فى الهندسة الزراعية.
- تسارع معدلات التغير فى كافة نواحى الحياة مما يؤدى الى عدم استقرار مفهوم التنمية المتواصلة لدى الخريج فى تطبيق التقنيات الحديثة فى الميكنة الزراعية.
- تغير متطلبات سوق العمل مع جمود البرامج والمقررات التعليمية.. ففى حين تتغير هذه المتطلبات نتيجة استيراد المزارع الانتاجية الكبيرة لاحدث تقنيات انتاج آلات من الدول المتقدمة فى ظل الاعتماد على سياسة استيراد تقنيات مقفلة Turn – Key Systems وتعتمد فى تشغيلها واصلاحها على خبراء اجانب... ونتيجة لهذه السياسات فى الاستيراد والتصنيع فقد تغيرت مؤهلات الخريج المطلوبة للعمل فى هذه المصانع وازداد الطلب على المهارات الادارية والشخصية والتنافسية واللوجستيكسة على حساب الطلب على المهارات الفنية.

- زادت الحاجة الى التدريب العملى الميدانى داخل المزارع والمصانع وورش الانتاج المختلفة.
- اصبح التمكن من اللغة الانجليزية كتابة وقراءة وتحدثا من المتطلبات الهامة لسوق العمل.
- اصبح درجة معرفة وتمكن الخريج من استخدام برامج الحاسب الالى والرسوم والتصميمات الهندسية من المتطلبات الاسياسة لسوق العمل.
- ضرورة اعادة النظر فى محتويات المقررات الدراسية فى مجالات التخصص وتطويرها بما يتناسب واحتياجات السوق.
- اهمية الجودة والمواصفات القياسية للتمكن من المنافسة العالمية.
- التعامل مع مشاكل المزارعين ومنتجى ومستخدمى المعدات الزراعية كمدخلات فى مقررات التخصص.
- ربط بعض المقررات بقضايا المجتمع والبيئة.
- دراسة الاسواق العربية والافريقية و متطلباتها من خريجى الهندسة الزراعية.
- الخبرة الفنية المرتبطة بطبيعة التعامل مع الماكينات وكذلك الالمام بطبيعة عمل الشركات فى السوق المحلى من المعايير الهامة بالاضافة الى اللباقة فى التعامل والذكاء الاجتماعى.
- اهمية الزيارات الميدانية الالمام بالتقنيات الجديدة والاحتكاك بالعاملين فى موقع العمل من خلال الزيارات الميدانية .

ومن الخبراء الذين ادلوا بارائهم :

١. الدكتور / اسامة خير الدين

رئيس المجلس السلعى للحاصلات الزراعية Agricultural Commodity Council

تحدث الدكتور اسامة عن الرؤية Vision ، المهنة Mission، الاستراتيجية Strategy للمجلس السلعى بالنسبة للانتاج الزراعى ذو الجودة العالية والصادرات الزراعية ومتطلبات سوق التصدير (السوق العالمى).. كما تحدث عن دور خريجى الهندسة الزراعية فى عدة مجالات هى :

- **ميكنة العمليات الزراعية ونظم الميكنة المتكاملة واختبار الالات والجرارات والمعدات الزراعية المناسبة والتشغيل الاقتصادى لهذه الالات.**
- **تصميم وانشاء شبكات الرى الحقلى واستخدام نظم الرى الحديثة المناسبة وادارة استخدام مياه الرى بكفاءة وكذلك دور الخريجين فى تصميم وانشاء شبكات الصرف المغطى**
- **تحليل بيانات محطات الارصاد الجوية لحساب التحكم فى مواعيد الزراعة والحصاد وفى معدلات الرى وتوزيعها.**
- **ميكنة عمليات الحصاد وفى الوقت المناسب بما يتناسب فنيا واقتصاديا مع المحصول وباقل فاقد ممكن.**
- **تدوير واستخدام المخلفات الزراعية.**
- **عمليات الفرز الالى والتنظيف والتدريج والتعبئة واختيار العبوات المناسبة حجما ونوعا.**

- عمليات حفظ المحصول بجودة الحصاد والمحافظة على هذه الجودة بطرق الحفظ المختلفة خاصة التبريد السريع المباشر للمحاصيل البستانية الطازجة من خضر وفواكه وزهور Quick or Primary Cooling الذى يتم غالبا فى الحقل وعمليات النقل المبرد Cold Transportation والتخزين البارد Cold Storage وكذلك طرق الحفظ الاخرى كالتجميد لانواع خضروات طازجة وكالتجفيف للمحاصيل الحقلية كالبصل والثوم والبطاطس والارز والنباتات الطبية والعطرية.

وقد اظهر الدكتور اسامة فى حديثه عن امكانيات عديدة لاستخدام خريجى الهندسة الزراعية بعد تاهليهم تاهيلا عاليا خاصة وان هذا المجلس يضم المشتغلين بالانشطة ذات الصلة بالصادرات الزراعية وهم عديد، منتجون، مزارعون، شركات نقل، شركات تعبئة وتغليف، شركات انتاج مواد التعبئة والتغليف، علماء، خبراء من الجامعات ومراكز البحوث وجمعيات وهيئات حكومية وعالمية.

- اضافة الى التاهيل المعرفى والتدريب الفنى خلال الدراسة اشار الى بعض المتطلبات الاخرى التى لابد ان يتحلى بها خريج الهندسة الزراعية :

- كالاهتمام بالمواصفات القياسية لجودة المنتج وللالات والمعدات.

- النظم العالمية للتحكم فى جودة المنتج.
- امكانية الادارة والمتابعة وكتابة التقارير.
- الاهتمام بالبيئة وصحة العاملين.
- اصبحت مهارات استخدام اللغة الانجليزية والتعامل مع الحاسب الالى من الاهمية لكل الخريجين.

٢. المهندس / طارق ابراهيم عبده

مدير التخطيط والسوقيات بشركة يني ليفر
Planning and Logistics Manager at Unilever Co.

تحدث المهندس طارق عن احتياجات ثقافة السوق متعدد الجنسيات من الخريج (Multinational Market Culture Needs of the Graduate) و تحدث عن نوعيه ومستوى الخريج المتقدم لشغل وظيفة كمستوى دخول الوظيفة (Level Entry) حيث يتم تقييم المتقدم الى وظيفة من خلال مقابلة شخصية او اكثر مع مسئولى الموارد البشرية (Human Resources) ثم مع مسئول فنى. وخلال هذه المقابلات الشخصية يتم تحديد قدرات المتقدم الشخصية والمهارات الفنية وغالبا ما يتم تحديد قدرات المتقدم الطبيعية اما ان يكون توجهه فنيا ويستخدم كمهندس Engineer ويكون عمله فنيا او ان يكون توجهه وامكانياته ادارية ويمكن استخدامه كمدير Manager على خط انتاج.

تحدث عن المهارات مقابل الصفات التنافسية Skills Versus Competencies وقسمها الى مجموعتين

- مجموعة المهارات الفنية Technical Skills
- مجموعة المهارات المرتبطة بالوظيفة Position Related Skills

كما قام بتحديد اربعة معايير منافسة هى :

- مهارة القيادة Leadership Skills
- امكانية العمل بفاعلية مع الاخرين
Ability to Work Effectively with Others
- مهارات تطوير الذات والاخرين Developing Self and Others

- التفكير الابداعى Breakthrough Thinking

فى حصر الصفات التنافسية التى يحتاجها سوق العمل فى شركات متعددة الجنسيات قسم المهندس طارق مجموعة الامكانيات التى يجب ان يتحلى بها المتقدم الى العمل وكذلك المهارات المنبثقة من كل مجموعة ومؤشرات هذه المهارات والتى تعتمد اساسا على طبيعة العمل كما يلى:

❖ القدرة الذهنية Intellectural power

مهارات وضوح الهدف.... ومؤشراتها
وضع الاولويات
التعامل مع عدد من الاشياء
تقليل الفواقد
مهارة الابداع العملى
خفض الوقت اللازم لعمل معين
تقرير الفاقد اليومى
حصر الاعمال اليومية
القدرة التحليلية الهادفة
عمل خطة عمل Action Plan قصيرة المدى
عمل خطة عمل بعيده المدى
انشاء معايير للتقييم

❖ التوجيه السوقى Market Drive

- السوق الداخلى
- السوق الخارجى

❖ التصرف الحاسم Acts Decisively

ويتبع هذه المجموعة السلوك بحزم ويمكن اعتبار المؤشرات الخاصة بسلوك الحزم

- يحدد طرق افضل لتطوير التداول والاداء
- التغلب على معوقات الانجاز فى عمليات الانتاج والصيانة
- تخليق مستويات جديدة للمواصفات القياسية والتميز

❖ التاثيرعلى الاخرين Delivers Through People

- قيادات الاخرين
- تطوير الاخرين
- التاثير فى الاخرين

❖ ادارة الذات Self – Management

- الثقة بالنفس والامانة Integrity
- الالتزام بالفريق
- التعلم من الخبرة

٣. الاستاذ الدكتور/ زكريا الحداد

الاستاذ بقسم الهندسة الزراعية بكلية الزراعة – جامعة بنها

والمستشار الفنى لشركة سيكام للزراعات العضوية

تحدث عن الزراعات العضوية والبيوديناميكية Organic Agriculture and Biodynamic وعن الزراعات المائية Aquaculture واكد على ضرورة التعامل مع هذه الزراعات هندسيا حيث ان كثيرا من مشاكل هذه الزراعات الفنية والاقتصادية يمكن حلها بالطرق الهندسية.

٤. المهندس / نظمى حافظ جبران

رئيس مجلس ادارة شركة مضارب رشيد

❖ تحدث عن المهارات التنافسية المطلوبة لخريج الهندسة الزراعية لتناسب صناعة الغذاء. اليوم اختلفت الامور واختلفت انواع الاسلحة التى يجب ان يتحلى بها الخريج لدخول معركة العمل، فى السوق المحلى والاقليمى والعالمى وكل منهم له متطلباته. هناك متطلبات خاصة مرتبطة بالمعرفة الفنية والتقنية المرتبطة بالصناعات المتخصصة كصناعة ضرب الارز، وصناعة

التعليب والتبريد والتجميد و غيرها من الصناعات الغذائية التى تعددت وازدهرت فى مصر....... الا ان هذه المتطلبات قد لا تتعدى ٥٠ ٪ من المتطلبات بوجه عام وتمثل الخمسين فى المائة الاخرى من المتطلبات مهارات اخرى عملية وذهنية ولغة وحاسب الى ومهارات شخصية وتنافسية اخرى. ومن المتطلبات التى تحتاجها السوق فى الخريج الالتزام Commitment.

- ❖ تحدث عن الجودة النهائية للمنتج ومواصفات هذه الجودة مقارنة بالمواصفات القياسية والتى ترتبط بالمنتج وبالاعمال والانشطة وبالماكينات والاجهزة وقطع الغيار وعلى سبيل المثال لا الحصر :

- المواصفات القياسية لكل مدخلات الصناعة مثل الزيوت والشحوم والطاقة وغيرها.
- المواصفات القياسية للماكينات وقطع الغيار واجهزة التدوال مثل السيور،البريمة، اجهزة نقل الحبوب، الرومان بلى، والتروس، المحركات الكهربية، الديزل وغيرها.
- المواصفات القياسية المصرية Egyption Standars
- المواصفات القياسية العالمية International Standards
- كيفية وضع المواصفات الخاصة بالالات المختلفة وقطع الغيار بصورة فنية تتمشى مع واقع السوق وبما لا يسمح بالتداخل او اللبس.

- ❖ تحدث عن التدريب الميدانى العملى والذى يختلف كثيرا فى نوع الخبرة التى يكتسبها الطالب فى دراسته عن التدريب العملى فى حيز المعمل ومن امثلة التدريب

التى يمكن للطلاب التعرض له فى مصانع الغذاء :

- ادارة خطوط الانتاج المختلفة، التشغيل والصيانة
- وحدات الخدمة الخاصة بنظام انتاج البخار (Steam) والماء الساخن
- وحدات الخدمة الخاصة بالهواء المضغوط
- وحدات الخدمة الخاصة بالتبريد

على ان يشمل هذا التدريب اساسا على التشغيل، الصيانة الدورية والسنوية واقتصاديات التشغيل والصيانة.

- التدريب العملى بالورش المحلية (مصانع حديثة، ورش خاصة....... الخ)على التصنيع المحلى لقطع الغيار وبعض المكونات خطوط الانتاج الغذائى خاصة على مستوى الصناعات الصغيرة والتى يمكن ان توفر فرص عمل عديدة وقيمة مضافة للمنتجات الزراعية بالقرى والريف بوجه عام.

❖ لا يمكن الاكتفاء بتعليم الطلاب عمليات التشغيل فقط ولكن لابد من التاكيد على زيادة جرعة مقررات التصميم الهندسى لتحفيز الخريجين وزيادة قدراتهم على تطوير الماكينات وتصميم الجديد منها دون تردد او عدم معرفة بالاسس الهندسية للتصميم والابداع.

❖ كما يتلاحظ فى برامج الهندسة الزراعية عدم تعرض الطالب لخطوط التصنيع الغذائى وتصميم مكونات هذه الخطوط بقدر تعرضه للدراسه والتعامل مع الالات الزراعية والجرارات. فهل يرجع ذلك لقصور فى المقررات الخاصة بهندسة التصنيع الغذائى ام ان ذلك يرجع الى محدودية الوقت المخصص للبرنامج الدراسى.

- لم يعد استخدام الحاسب الالى فى مصانع الغذاء خاصة الحديث منها اختيارى بل اصبح من اهم المهارات التى يتطلبها سوق العمل فى الخريج. لذلك فلابد من تدريب الطلاب على استخدام الحاسب والدخول الى شبكة العالمية (انترنت) والحصول على المعلومات المختلفة والدخول الى مواقع الشركات العالمية والدخول الى المواقع العلمية والفنية.
- لابد ان يتعلم الطالب بعض مهارات الادارة والتعامل مع الاخرين ومرة اخرى نجد ان الحاسب الالى من اهم مكونات الادارة الحديثة.
- كل خطوط الانتاج والتشغيل والصوامع الحديثة تعتمد فى تشغيلها على التحكم الالى والذى يتطلب دراسة جيدة للهندسة الكهربية والهندسية الالكترونية واجهزة التحكم الالى.

الاتجاهات الحديثة فى الهندسة الزراعية فى العالم

الغرض

- التعرف على الاتجاهات الجديدة فى البرامج التعليمية فى الهندسة الزراعية فى مجتمعات مختلفة من العالم وكيفية ربط هذه الاتجاهات باحتياجات هذه المجتمعات ومتطلبات سوق العمل بها.
- كيفية الاستفادة من هذه الاتجاهات وطرق ربطها باحتياجات المجتمع الحالى والمستقبلى فى تصميم برامج الهندسة الزراعية فى مصر.
- مدى توافق هذه الاتجاهات الجديدة مع احتياجات المجتمع المصرى ومدى امكانية تحوير هذه الاتجاهات لتناسب احتياج السوق المصرى.

عولمة الهندسة الزراعية

Globalization of Agricultural Engineering

كان هذا عنوان محاضرة القاها الدكتور ستاوت (B.A.Staut) فى اجتماع عالى للهئية العالمية للهندسة الزراعية (CIGR) عام ١٩٩٧. تحدث عن سوق العمل العالى لخريجى الهندسة الزراعية متمثلا فى الشركات متعددة الجنسيات وعابرة القارات حيث يوجد العديد من الشركات متعددة الجنسيات لها عمليات هندسية وتصنيعية وتسويقية فى كثير من دول العالم التى تعبر القارات والحدود.. بعض هذه الشركات تعمل فى صناعة الجرارات والالات الزراعية وبعضها يعمل فى صناعة الغذاء واخرى تعمل فى تصنيع وتصميم وتركيب شبكات الرى الحديثة وجميعها ترتبط ارتباطا وثيقا بالهندسة الزراعية وتعتبر سوق عالى لخريجى الهندسة الزراعية المؤهلين تاهيلا مناسبا. لذلك فان تعليم الطلاب التفكير العولى (To think globally) وذلك باضافة بعض مقررات يتم تصميمها خصيصا لاعداد الخريج لمستقبل عالى هو استثمار جيد. كذلك دراسة بعض المقررات العامة فى الاعمال والاستثمار والثقافات العالمية، التاريخ، الجغرافيا، لاشك لها دور جيد فى توسيع ادراك الخريجين . لابد من استخدام كل الموارد والتسهيلات وادارتها بكفاءة لتوفير التعليم اللازم لانتاج خريجين باهليه ومهنية مرتفعة فى مجال الهندسة الزراعية.. خاصة فى زمن العولمة حيث يزداد التنافس العالى والاسواق المفتوحة ويزداد الطلب على خريجين اكفاء مؤهلين نتيجة المنافسة الصعبة فى سوق العمل المحلى.

الاتجاهات القائمة فى التعليم الهندسى الاوروبى

Current Trends in European Engineering Education

تتجه الدول الاوروبية الى توحيد المنهج المحورى الهندسى فى جامعات اوروبا حيث قد تبنى وزراء التعليم (مؤتمر بروكسل ديسمبر ٢٠٠٠) نظام تعليم يعتمد على نوعين مميزين من المناهج احدهما تطبيقى اكثر والاخر علمى اكثر. الاول يتعلق بمتطلبات سوق العمل والثانى يتعلق بالمتطلبات العلمية والذى قد يقود الى درجة الماجستير... يساعد النوع الثانى خاصة مع وجود عدد من برامج الماجستير المكملة فى جذب الطلاب الاجانب خاصة اذا تم تدريسها بالانجليزية... يساعد ذلك ايضا على سهولة انتقال الخريجين بين الدول الاوروبية وهناك اجماع على ان الدرجة الهندسية المهنية (بما فيها الهندسة الزراعية) تحتاج الى خمسة سنوات بعد الدراسة الثانوية.

وما يلى بعض النقاط الهامة فى تصميم البرامج الهندسية :

- لابد من تركيز الاهتمام على المنافسة العالمية
- تبنى الدرجات المقارنة وتنفيذ الدبلوما المساعدة بعد البكالوريوس يعمل على رفع منافسة الاوروبيين فى سوق العمل العالمى.
- استخدام نظام الوحدات (credit hours) يساعد الطالب على مرونة الحركة
- زيادة التعاون الاوروبى فى ضمان الجودة مع النظر فى تطوير المعايير والوسائل والطرق.

- رفع مستوى الحوار الاوروبي في التعليم العالي، خاصة بالنسبة لتطوير المنهج، التعاون المؤسسي الداخلي والبرامج الدراسية المتكاملة، والتدريب والبحث.
- انتشار برامج الهندسة الزراعية والبيولوجية في الجامعات الاوروبية
- البرامج الدراسية ذات التوجه التطبيقي لها قبول اكبر في سوق العمل لذلك لابد من المحافظة على هذا النظام
- يجب ان تاخذ البرامج اتجاهات مختلفة واشكال متنوعة حتى يمكنها خدمة الاحتياجات المتعددة للافراد، اسواق العمل.

<u>بعض نقاط التطوير في الهندسة الزراعية في اوروبا</u>

- انشاء برامج دراسية مستقلة تبدا من العام الاول بحيث يعكس عنوان كل برنامج دراسي عن ما يتضمنه هذا البرنامج من محتويات.
- احلال المقررات الهندسية الحديثة مكان المقررات التقلدية
- يكون محتوى المقرر متعدد التخصص Multidisciplinary
- ان تسمح محتوى المقرر المتخصص في دمج مجالات مختلفة في الهندسة مع تخصصات مختلفة في العلوم الزراعية
- الاتجاه الى مواصفه اوروبيه موحدة في برامج الهندسة الزراعية

تتعرض الهندسة الزراعية بوجه عام الى تغيرات متسارعة كنتيجة للابتكارات التكنولوجية المتلاحقة حتى ان الكثير من الجامعات الاوروبية تستخدم

مسميات جديدة ترتبط بالهندسة الزراعية والتى تعبر بواقعية اكثر عن احتياجات المجتمع.. لذلك نجد ان الاسم التقليدى للهندسة الزراعية يتم استبداله بمسميات مثل الهندسة الحيوية Bio- Engineering او Biological Eineering او هندسة نظم الموارد Resource Systems Engineering.

كما تدخل جامعات كثيرة مقررات جديدة عن الهندسة البيئية فى برامجها الدراسية.... بالاضافة الى ذلك فقد دخلت مجالات جديدة تحت مظلة الهندسة الزراعية سواء من خلال مقررات جديدة او حتى دمج بعض هذه المجالات مثل تقنيات ادارة المتغيرات (تقنية استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ونظم المواقع الجغرافية GPS) وتحليل النظم الحيوية، تقنيات الموارد الطبيعية، المنشات الزراعية وتهيئة بيئة الحيوانات، غيرها. وما يلى مثال مقررات الهندسة الحديثة التى تدخل فى دراسة هندسة النظم الحيوية فى اوروبا :

- تكنولوجيا المعلومات Information Technology
- الميكاترونيك Meechatronics
- تكنولوجيا الحساسات Sensor Technology والتى تشمل ايضا الحساسات الحيوية Biosensors
- الميكانيكا الدقيقة (المجهرية) Micro Mechanics
- الروبوت Robotics
- نظرية النظم وهندسة طرق التحكم الحديثة

System theory and modern Control Engineering

- تداول وتحليل البيانات Data handling and processing (Statistical , fuzzy , neuralnetworks etc)

- تحليـــل الاشـــارات Signal analysis التحليـــل الفوتـــوغرافى image analysis
- الطـــــرق العدديـــــة فـــــى عمليـــــات الانتقـــــال numerical techniques in transport processes بالاضـافة الى معرفة بالعمليات والنظم الحيوية (الانسان، الحيوان، النبات) وتفاعلها مع بيئتها الطبيعية..
- فسيولوجى، تشريح، ميكانيكا حيوية Bio- mechanics
- الخواص الطبيعية للمواد الزراعية
- النظام العضلىErgonomy ، صحة وراحة الانسان والحيوان

<u>المهارات والمعارف المتوقعة لخريجى برامج النظم الحيوية :</u>

يتميز خريج برامج النظم الحيوية بالاتى :

١ - المعارف الكميـة بالعمليـات الطبيعيـة الحيويـة Bio- physical processes المرتبطة بالانتاج النباتى والحيـوانى وبمـا يتعلـق بالانتـاج الحقلى، الغـذاء وصـناعة الغذاء، معالجة المخلفات والفاعل الانسانى Stakeholders من المستهلكين، المنتجين والعاملين و المحافظة على البيئة.

٢ - المعارف الكمية للتفاعل والتداخل البينى (interaction) بـين هـذه العمليات الحيويـة الطبيعيـة والبيئـة الفنيـة (Technical Environment) مـن الات، منشـــات، مواقـــع والتـــى تـــتم بهـــا هـــذه العمليـــات وعمليـــات التحـــول Transformation Processes.

٣ – معارف ومهارات خاصة بالتحليل Analysis، التصميم Design والتحكم Control للنظم والعمليات Operations الفنية والتشغيلية لهذه العمليات الحيوية الطبيعية.

٤ – التفكير المنظومى System Thinking فى المشاكل المتعلقة بالعمليات التكنولوجية الزراعية وتشمل :

- النظرة الكلية للمشكلة مع التبصر بالعمليات المختلفة داخل المنظومة والتفاعل فيما بين هذه العمليات.
- الوصف الفنى للعمليات الداخلية الى حد امكانية اشتقاق حل للمشكلة
- فهم الفنيات والتقنيات والتى تقود الى حل مقبول والتحكم فى العملية Process Control

٥– مؤهلات عامة وتشمل :

- اعداد التقارير وتقديمها
- ترجمة نتائج البحث
- التحفيز للتعلم الذاتى
- تقديم مشاريع
- تحليل مشاكل
- القدرة على تقديم حلول لمشاكل
- القدرة على العمل بين فريق متعدد التخصصات
- التخصصية

- التحولم او العالمية
- التفكير الابداعى

مناهج محورية اساسية اوربية فى الهندسة الزراعية

Basic European Core Curricula in Agricultural Engineering

الهدف من هذا الجزء هو اعداد اطار لانشاء بعض المناهج الاساسية المحورية فى الهندسة الزراعية والتى لابد ان تقابل المتطلبات الاتيه :

- معايير البرامج الهندسية
- احتياجات الهندسة الزراعية الاوربية من المناهج المحورية للعلوم الزراعية
- يتم انشاء نوعين من المناهج الهندسية الاوروبية احدهما موجه توجيها علميا اكثر (More- Scientific – oriented) والاخر موجه للتطبيق اكثر (more application – oriented)

ويوضح الاتى شرح اكثر تفصيلا لمتطلبات الهندسة الزراعية فى اوروبا :

١ – معايير البرامج الهندسية : Engineering Criteria

تختلف اسس وهياكل النظم التعليمية والمهنية فى اوروبا بشكل كبير وتختبر قيمة هذه النظم بمقدرة الخريجيين على التنافس... ويحتاج تاهيل المهندس الى تعليم هندسى معتمد accredited ويتبع تعليم ثانوى مناسب. الاان الاهلية المهنية تتم فقط بعد اكتساب الخبرة المهنية الصحيحة.. بعد اكتمال التعليم الثانوى الصحيح تتطلب المعايير الاوروبية (FEANT) فترة لا يقل عن سبع سنوات

للتشكيل المهنى للخريج Seven Years Formation تشمل التعليم Education والتدريب والخبرة Experience وتشمل عملية التشكيل :

- ثلاث سنوات على الاقل فى التعليم الهندسى يتم من خلال مستوى جامعى معترف به
- سنتان فى خبرة مهنية صحيحة.
- سنتان فى تعليم جامعى او خبرة او تدريب تحت اشراف معاهد هندسية معترف بها... بالاضافة الى ذلك لابد وان يلتزم الخريج لشرف المهنة Code of Conduct التابعة للمعايير الاوربية FEANT.

ويشمل المنهج الهندسى لبرنامج الهندسة الزراعية :

١- محتويات (Contents)المواضيع الهندسية الاساسية وتكون اجبارية لكل التخصصات فى الهندسة الزراعية والحيوية.. ويعبر عن هذه المحتويات بمقررات واضحة معترف بها عالميا.

٢- الجزء الهندسى المحورى الاختيارى فى المنهج تشمل مقررات اختيارية من اقسام فى العلوم الهندسية ويتم تحديدها على اساس برامج الهندسة الزراعية حيث يختار كل برنامج الحد الادنى من مقررات من تخصصات عديدة بناء على احتياج البرنامج .

٣- المتطلبات من العلوم الزراعية Requirements of Agriculturel

- تهتم المناهج المحورية فى العلوم الزراعية بمفهوم تنوع diversty المواد الحيوية والكائنات الحية، ديناميكيتها dynamics، افعالها actions، تفاعلاتها reactions وذلك بهدف تطبيق الاساسيات الهندسية لحل

المشاكل المرتبطة بالنظم الحيوية والزراعية والغذاء والكتل الحيوية biomass

- يجب الا يكون اختيار المقررات الزراعية عشوائيا من مواضع مختلفة ومتشعبة بل لابد ان يتواجد فى تكوين نظامى مع العلوم الزراعية الاساسية.
- لابد من تصميم محتوى هذه المقررات لاستخدامها مع المنهج الهندسى لدعم الامور الفنية فى الزراعة.

وتمثل الامثلة الاتيه بعض الموضوعات التى يمكن ان تشملها المناهج المحورية من العلوم الزراعية.

علم النبات plant science فسيولوجى، مورفولوجى، ميكروبيولوجى، علوم الاراضى، تغذية النبات، انتاج المحاصيل.

علم الحيوان Animal Science فسيولوجى، تغذية، تربية.

علم البيئة Environmental الميكروبيولوجى البيئة، الكيمياء الحيوية، اكولوجى.

يفضل ان تعتمد المشاريع الدراسية التى يقوم بها الطلاب على تداخل العلوم الهندسية مع العلوم الزراعية.

الهندسة الزرعية فى الولايات المتحدة الامريكية

Agricultural Engineering in the USA

يعمل المهندسون الزراعيون Agricultural Engineers على تطبيق معارفهم من العلوم الحيوية والطبيعية والاساسيات الهندسية لانتاج وامداد العالم بالغذاء والكساء تحت ظروف امنة وحماية البيئة.

نتيجة للتقدم فى التقنيات الحيوية (biotechnology) وزيادة الاهتمام بقيمة البيئة فقد زادت فرص عمل خريجى الهندسة الزراعية فى مجالات مثل تصميم عمليات التخمر والبيئة الخلوية (cell culture).. كذلك ادى تسارع الاقتصاد الى العولمة والذى ينتج عنه شركات متعددة الجنسيات وهيئات حكومية تحتاج الى خريجين مناسبين لهذا السوق الجديد...

يوجد بالولايات المتحدة الامريكية ما يقرب من ٥٠ جامعة لكل منها قسم للهندسة الزراعية يحافظ كل قسم منها على شخصيته وذاتيته من برنامجه الدراسى... الاانه يربط هذه الاقسام وخاصة البرامج التعليمية بها نسيج متقارب باهداف عامة كما ان بعض الهيئات والمنظمات المهنية تساعد فى تطوير هذه البرامج وزيادة الترابط بين هذه الاقسام..

كل البرامج الدراسية فى الهندسة الزراعية تشمل اساس هندسى قياسى مع تركيز اكثر على التخصص فى السنة الرابعة كما ان العديد من اقسام الهندسة الزراعية بامريكا يقدم برنامجين فى الهندسة الزراعية مستقلين، كلاهما مطلوب فى سوق العمل.

١- برنامج هندسى معتمد كلية A fully accredited Engineering Program والذى يتطلب دراسة الطالب لكل العلوم الهندسية الاساسية وتنتج مهندس (

هندسة زراعية) مؤهل تاهيلا اكاديميا هندسيا كاى خريج اخر من الاقسام الهندسية.

٢- برنامج تقنى A Technology – Based Program ويوجه هذا البرنامج الى الطلاب الراغبين فى التقنيات التطبيقية فى العلوم الزراعية او الاعمال الزراعية.

متطلبات المهنة فى سوق العمل

١- انشطة خاصة بالمهنة :

- استخدام الحاسب الالى تصميم الالات و لتقييم وتصنيع المنتجات الزراعية وتحسينها
- تخطيط وتشييد نظم الطاقة ونظم وشبكات الرى وتشغيل وصيانة محطات الرفع.
- تصميم وانشاء المبانى الزراعية (المخازن، الصوب،.... الخ) والخاصة بايواء الحيوان وتصميم نظم التهوية وشبكات الكهرباء ونظم ميكنة التغذية والصرف.
- دراسة تاثير العوامل البيئية، على النباتات والحيوان.
- بحث وتصميم واختبار الالات والمعدات الزراعية .
- ادارة المعلومات عن البيئة والتحكم فى التلوث وتصميم وبناء آلات ونظم لمعالجة المخلفات.
- تصميم وحدات ونظم التصنيع الزراعى وخطوط الانتاج.

٢ – انشطة عامة

- جمع المعلومات اللازمة للعمل
- التفكير الابتكارى والوصول الى افكار مبتكرة لحل مشكلة والتفكير النقدى critical thinking لاستخدام المنطق والتحليل للتعرف على نقط القوة والضعف لبدائل الحلول والاستنتاجات ومواجهة المشاكل.
- تحليل البيانات والمعلومات.
- امكانية توفير المعلومات، الرسومات الخاصة بالاجهزة والالات او المبانى.
- تقييم المعلومات بالمقارنة بالمواصفات القياسية.
- تحديث واستخدام المعارف المتعلقة بالعمل.
- فهم المعلومات الجديدة والاستفادة منها فى اتخاذ قرارات وحل المشاكل القائمة المستقبلية.
- تنظيم وتخطيط ووضع اسبقيات العمل وتحديد اولويات.
- التعامل مع المعلومات واستخدامها.
- حل المشاكل والمعقدة بالتعرف عليها ومراجعة المعلومات المرتبطة بها لتطوير وتقييم الاختبارات وتنفيذ الحلول.
- التواصل مع الرؤساء، الزملاء والمرؤوسين.
- متابعة الاحداث، المواد، المحيط.

- فحص الالات، المبانى، المواد.
- التواصل مع الناس من خارج العمل.

٣- المهارات والقدرات Skills and Abilities

ا - مهارات الاتصال Communication

- التعبير عن الافكار بوضوح الحديث او الكتابة ونقل المعلومات بفاعلية.
- قراءة وفهم المواد المكتوبة والمتعلقة بالعمل.
- فهم المعلومات الملقاه بالحديث.
- تحليل الافكار لتحديد نقط الضعف ونقط القوة.
- تحليل احتياجات ومتطلبات المنتج للتصميم الصحيح.
- التفكير فى افكار جديدة او طرق ابداعيه لحل المشاكل.

ج - مهارة استخدام الرياضيات واستخدام القواعد والطرق العلمية لحل المشاكل.

د - مهارة ادارة الذات والوقت والاشياء.

هـ - مهارة العمل مع الاشياء.

- القدرة على تخيل الشيئ بتغيير اتجاهاته او اعادة ترتيب اجزائه وتحليل وتصميم.
- تحليل عمليات آلات ومنتجات تقابل احتياجات المستخدم.
- تحديد الادوات والآلات والمعلومات اللازمة لانجاز العمل.
- اختبار الالات والمنتجات والخطوات للتاكد من التشغيل الصحيح.

- تخليق او تعديل آلة او تقنية لخدمة احتياجات السوق.
- القدرة على ترتيب الاشياء وترتيب المعلومات.
- فحص وتقييم جودة المنتج والالة.
- تنفيذ برامج تعليمية لامداد المزارعين واعضاء الجمعيات التعاونية بالمعلومات لتحسين الانتاجية الزراعية.
- الاشراف على عمليات التصنيع الغذائى وخطوط الانتاج.

٤ - المعارف المطلوبة لخريجى الهندسة الزراعية

Required Knowledge

- الهندسة والتكنولوجيا

معرفة التطبيقات العملية للعلوم والتقنيات الهندسية ويشمل ذلك تطبيق الاساسيات، الطرق والخطوط والمعدات اللازمة لتصميم وانتاج منتجات وخدمات متنوعة.

- التصميم

معرفة طرق، ادوات، اساسيات التصميم الداخله فى انتاج التخطيطات الفنية الدقيقة، الرسومات الاصليةblue prints، المخططات، النماذج.

- العلوم الحيوية

معرفة الكائنات الحيوانية والنباتية، انسجتها، خلاياها، وظائفها، تداخلها وعلاقتها بين بعضها وبين البيئة.

- الرياضيات

معرفة الحساب، الجبر، الهندسة التحليلية والاحصاء وتطبيقاتها.

- **الميكانيكا**

معرفة الاجهزة والمعدات بما فى ذلك تصميمها، استخدامها، اصلاحها وصيانتها.

- **الكيمياء**

معرفة المكونات الكيميائية، التركيب الخواص المواد والعمليات والتحولات الكيميائية.. يشمل ذلك استخدامات الكيمياويات وتداخلها، علاقات الخطورة، طرق التخلص منها.

- **الطبيعة**

المعرفة والتنبؤ للاسس والقوانين الطبيعية علاقاتها وتطبيقاتها — فهم الموائع، المواد، ديناميكا الجو — التركيبات والعمليات الميكانيكية، الكهربية، الذرية، تحت الذرية.

- **انتاج الغذاء**

معرفة طرق ومعدات الزراعة، النمو والتصنيع والتسويق الحصاد — منتجات الغذاء من النبات والحيوان لاستهلاك وطرق التخزين والتداول.

- **المبانى والمنشات**

معرفة المواد، الطرق والادوات اللازمة للانشاء، تصميم المنشات الزراعية.

- **اللغة الانجليزية**

- **ادارة الاعمال**

صفات العمل لخريج الهندسة الزراعية Job Description

بوجه عام... تطبيق معارف التقنيات الهندسية والعلوم الحيوية فى مشاكل الزراعية المرتبطة بالقوى والالات الزراعية، الكهربية، المنشات، صيانة الماء والتربة، تصنيع وتداول وحفظ المنتجات الزراعية.

واجبات خريجى الهندسة الزراعية فى سوق العمل

- تصميم مكونات الالات والمعدات باستخدام تقنيات التصميم بمساعدة الحاسب Computer Aided Design (CAD)
- تصميم اجهزة القياس والتسجيل والحساسات واى قياسات اخرى تستخدم فى دراسة حياة النبات والحيوان.
- تصميم المنشات الخاصة بتخزين المحاصيل، مظلات وايواء الحيوانات و التصنيع ا الزراعى.
- مناقشة التخطيط مع الزبائن، المقاولين، المستشارين ومهندسين اخرين للتقييم واحتمال التغيرات الهامة
- مقابلة الزبائن كالمزارعين، مسئولى التنمية لمناقشة احتياجاتهم.
- التخطيط والاشراف على انشاء نظم توزيع القدرات الكهربية، الرى والصرف والتحكم فى الغمر لصيانة الارض والحفاظ على الماء. .
- اعداد التقارير والرسومات والمخططات، المواصفات، الاقتراحات والميزانيات الخاصة بالمواقع او النظام.
- اختبار الالات والجرارات الزراعية والمعدات للتاكد من كفائة الاداء.

- التصميم والاشراف على مشاريع استصلاح الاراضى فى الزراعة والصناعات المرتبطة.
- تصميم خطوط تصنيع الغذاء والنظم الميكانيكية المتعلقة.
- امداد النصيحة عن جودة الماء والاشياء المتعلقة بادارة التلوث والتحكم فى مصادر المياه السطحية والجوفيه.
- لتحديد المشاكل البيئية فى المواقع المختلفة ومتابعة انشطة الانشاءات.

تعليم الهندسة الزراعية فى الهند

Agricultural Engineering Education in India

لاشك ان تعليم الهندسة الزراعية يخاطب اشياء تتعلق بالتنمية التقنية والاقتصادية الاجتماعية فى بلد ما... ان القيمة والكم لمدخلات الزراعة وطرق ادارتها وكذلك قيمة المنتج المزرعى وطرق رفع قيمتها سوف تستمر فى التغير مع التقدم الصناعى والتقنى بوجه عام ومع تحسن الحالة الاقتصادية للمزراعين والمصنعين على وجه الخصوص..

من هذا المنطلق اقترح جيجندرابن Gahendra Singh بالمعهد الاسيوى للتكنولوجيا انه لابد من تعديل احتياجات المنهج التعليمى للهندسة الزراعية من وقت لاخر لخدمة الاحتياجات المتغيره لقطاع الزراعة والتصنيع الزراعى. بوجه عام قد تاخذ من ٦-٨ سنوات قبل ان يستطيع الداخلين الى مهنة الهندسة المساهمة الكفء والفعالة هذا الراى يوافق راى الاوروبين فى حاجة تسيد المهنة الى ٧ سنوات

منها اثنان خبرة عملية لذلك فانه يجب ان يكون تخطيط التعليم على اساس متطلبات المستقبل لمدة على الاقل ثمان سنوات.

فخطة التدريس فى هذه الحالة قد تركز على هذه المتطلبات مع التطوير المناسب للرى وخزانات المطر الارضية الطبيعية والصناعية.

المناطق المتوسطة قد تعطى اهتمام اكثر لتقنيات الزراعة الجافة لبذور الزيوت، القطن، فواكه مناسبة، الرى الدقيق... الخ . وهكذا فى عام ١٩٩٧ تم اقتراح نموذج لبرنامج الهندسة الزراعية لدرجة البكالوريوس (١٦٠ وحدة دراسية) مع اقتراح المواد الاختيارية بحيث تعادل الوحدة الدراسية ساعة محاضرة او ٣ ساعات عملى.

<u>تقترح البرامج الدراسية فى الهندسة الزراعية فى الهند المجالات الاتيه :</u>

١ – تصميم وتصنيع الالات الزراعية Farm Machinery Design and Manufacture .

يجب ان يضم هذا التخصص تقنيات الميكنة المناسبة، تحسين جودة منتج المزرعة وخفض تكاليف الانتاج، تقنيات التصنيع، الجودة والمواصفات القياسة، الاختبار والتقييم، ادارة الالات، المخاطر الصحية والامن والعلاقة بين الانسان والالة.

٢ – الطاقة والقدرة فى الزراعة Energy and Power in Agriculture

يجب ان يضم التخصص موارد القدرة الميكانيكية والحيوانية، الوقود الحيوى (biofuels)، الطاقة المتجددة، تطبيق وحفظ الطاقة ، معدات واجهزة الطاقة ذات الكفاءة العالية

٣ – هندسة التصنيع وما بعد الحصاد

Post- Harvest and Process Engineering

تضم تقنيات ما بعد الحصاد عمليات التصنيع الاولية، القيمة المضافة للغذاء، الاعلاف، محاصيل الالياف الصناعية، تقنيات التخمر fermentation technology، التغليف فى وسط محكم، التخزين فى درجات حرارة منخفضة.

٤ - هندسة المنشات الزراعية والتحكم البيئى

Agricultural Structures and Environmental Control Engineering

يضم تقنيات المساكن الريفية، مستودع بضائع، مخازن، مستودع (Warehouses)، ميكنة سوق المنتجات، حظائر ومظلات الحيوانات، بيوت الدواجن، الصوب، مزارع واحواض تربية الاسماك farm ponds for aquaculture.

٥ – هندسة الرى والصرف Irrigation and Drainage Engineering

يضم تقنيات تطوير الموارد المائية، رفع الماء، نقل الماء واستخدامه، المحافظة على الماء، الرى الدقيق.

٦ – هندسة حفظ الماء والتربة Soil &water consemation engineering

تضم تقنيات تنمية الاراضى، هيدرولوجى التساقطات الطبيعية natural precipitation تطوير خزانات المياه، تجميع وحفظ الماء، حماية التربة من عوامل التعرية من ماء ورياح.

نظرة تاريخية لبرنامج الهندسة الزراعية فى جامعة الاسكندرية

Historical View of the Agricultural Engineering Program at Alex. Univ.

بدا التفكير فى انشاء برنامج دراسى فى الهندسة الزراعية فى اوخر الاربعينات من القرن الماضى بحيث يتبع كلية الزراعة جامعة الاسكندرية (جامعة فاروق الاول) فى ذاك الوقت. ارسلت الجامعة المهندس امين على ابراهيم المهندس المدنى فى السكة الحديد ثم المدرس المساعد بكلية الهندسة فى عام ١٩٤٤ لدراسة الهندسة الزراعية فى مجال المنشات الزراعية بحكم تخصصه فى جامعة ولاية ايوا بالويات المتحدة الامريكية ثم ارسلت المهندس عبد الحميد ابو سبع المهندس الميكانيكى الى جامعة كاليفورنيا لدراسة القوى والآلات الزراعية عاد الدكتور امين الى الاسكندرية وتم تعيينه مدرسا بكلية الزراعة فى ١٩٥٠/١٠/٩ ولحق به الدكتور ابو سبع فى سنة ١٩٥٥ وبدا برنامج الهندسة الزراعية الاول فى كلية الزراعة بجامعة الاسكندرية فى ١٩٥٧ وكان خريجى اول دفعة اربعة فى يونيو عام ١٩٥٩...

<u>البرنامج الدراسى الاول (١٩٥٥ — ١٩٧١)</u>

بدات دراسة الهندسة الزراعية فى مصر فى كلية الزراعة بجامعة الاسكندرية حيث تخرجت الدفعة الاولى يونيو عام ١٩٥٩. تكون البرنامج الدراسى على انه تخصص زراعى فى مجال الهندسة الزراعية من اربعة سنوات دراسية كما هو الحال فى كل تخصصات الكلية الاخرى حيث تبدا الدراسة فى العامين الاول والثانى دراسة عامة لكل طلاب الكلية وتشمل مقررات اساسية فى العام الاول ومقررات زراعية فى العام الثانى وتتبعها الدراسة التخصصية فى العامين اللاحقين الثالث والرابع. كان عدد الوحدات الدراسية الكلية لهذا البرنامج ١٦٨ وحدة ، ٣١٢٨ ساعة دراسية شاملة التدريب الصيفى. استمل البرنامج على على ٢٨,٦ ٪ علوم اساسية .

٢٥٪ علوم زراعيـة ، ٣٢,١، علوم هندسـية ، ١١,٩ ٪ علـوم هندسـة زراعيـة ، ٢,٤ ٪علـوم اتصال وثقافة.

انشا القسم الاستاذ الدكتور امين على ابراهيم (استاذ الهندسة المدنية) والمتخصص فى المبانى الزراعية، ومشاركة الاستاذ عبد الحميد ابو سبع (استاذ الهندسة الميكانيكية) والمتخصص فى الآلات والقوى الزراعية. استمرت الدراسة بهذا البرنامج حتى دفعة ١٩٧٤ وكان اجمالى خريج هذا البرنامج ٢٩٦ من عام ٥٩ وحتى عام ١٩٧٤. عمل منهم العديد فى شركات استصلاح الاراضى، شركة مساهمة البحيرة وشركة المحاريث والهندسة وشركات النصر للسيارات وغيرها من الشركات

البرانامج الدراسى الثانى (سبتمبر ١٩٧١ – يونيو ٢٠٠١)

تطور برنامج الهندسة الزراعية ليصبح اربع سنوات خالصة فى تخصص الهندسة الزراعية دونا عن باقى اقسام الكلية تبدا من العام الاول وحتى العام الرابع. الا ان تنسيق الطلاب الملتحقين بهذا البرانامج كان يتم داخليا من مجموع الطلاب الملتحقين بالكلية اصلا من القسم العلمى بالثانوية العامة. ويتم التنسيق بناء على المجموع الكلى للطلاب بالاضافة الى مجموع درجات الرياضا ت والطبيعة وبدا العمل بهذا البرنامج ابتداء من سبتمبر ١٩٧١ وتخرجت اول دفعة فى يونيو ١٩٧٥ واخر دفعة فى يونيو ٢٠٠٥. تخرج من هذا البرنامج اجمالى ١٧١٢ خريج. اجمالى عدد الوحدات الدراسية ١٦٥ وحدة باجمالى عدد ساعات دراسية ٣١٤٢ ساعة .

فى التغيير الاول لمنهج الهندسة الزراعية (١٩٧١) كان الهدف منه اساسا زيادة ساعات الدراسة الهندسية والهندسة الزراعية على حساب الدراسة الزراعية . ارتفعت نسبة العلوم الهندسية من ٣٢,١ ٪ فى البرنامج الاول الى ٤٦,١ ٪ فى البرنامج الثانى وارتفعت

نسبة العلوم الهندسية الزراعية من ١١,٩ ٪ فى البرنامج الاول الى ٢٠,٦ ٪ اى ما يعادل تقريبا الضعف وذلك على حساب كل من نسبة العلوم الزراعية التى انخفضت من ٢٥٪ الى ١٢,١ ٪ ونسبة العلوم الاساسية والتى انخفضت من ٢٨,٦ ٪ الى ١٩,٤ ٪. فقد حاول البرنامج الثانى الاستقلال الجزئى عن شخصيه كلية الزراعة واكتساب ذاتيه للهندسة الزراعية تجعل منه اقرب ما يكون من قسم هندسى يعمل لخدمة الزراعة اكثر من كونه قسم زراعى بنكهة هندسية .

البرنامج الدراسى الثالث (٢٠٠١ – ٢٠٠٩)

وفى عام ٢٠٠١ تغير البرنامج مرة اخرى نسبيا وربما الى الافضل كفاءة ومع ذلك فقد اصبح تنسيق طلاب الهندسة الزراعية مباشرة من خلال مكتب التنسيق كأي كلية بالجامعات وعلى ان يتم قبول الطلاب من تخصص رياضيات فارتفع بذلك معدل درجات الطلاب الملتحقين بقسم الهندسة الزراعية الى ما يفوق مستوى ٩٠ ٪ وارتفعت درجة استقلاليه الهندسة الزراعية عن كلية الزراعة فى هذا البرنامج الأخير ارتفعت نسبة علوم الهندسة الزراعية الى ٢٧,٢٪ الا انها كانت على حساب العلوم الاساسية التى انخفضت الى ١١,٨٪ ظلت نسبة كل من العلوم الزراعية والهندسية دون تغيير يذكر . واصبح عدد الوحدات الدراسية للبرنامج الثالث ١٦٩ وحدة واجمالى ٣٠٧٨ ساعة دراسية .

البرنامج الدراسى الرابع (٢٠٠٩- الآن)

لتخطيط برنامج دراسى جديد او تطوير برنامج دراسى قائم او مجرد تغييره لابد ان يكون هناك سبب او اسباب ومبررات لاى تغيير كوجود نقط ضعف مثلا يمكن تلاشيها او قصور يمكن معالجته او احتياجات مجتمعيه او سوقيه تتطلب التغيير او التطوير الى الاحدث. فى ابريل ٢٠٠٤ قام اعضاء هيئة التدريس بقسم الهندسة الزراعية جامعة الاسكندرية ومن خلال مشروع تطوير التعليم الذى استمر ٣٠ شهرا بعمل دراسة شاملة وبناء برنامج دراسى على اساس دراسات ميدانية واكاديمية شملت دراسة التعليم

قبل الجامعى ودراسة للبرامج السابقة والقائمة ودراسة احتياجات السوق من الخريج . لم تأخذ لجنة القطاع الزراعى بكل ما جاء فى البرنامج المطور الا انه تم ادخال بعض التعديلات على البرنامج الثالث منها :

- خفض عدد الوحدات الدراسية الى ١٤٠ وحدة بدلا من ١٦٨ .
- ادخال مقررات فى الهندسة الكهربية والالكترونية .
- دراسة اللغة الانجليزية فى العام الاول .
- زيادة الوحدات الاختيارية .

الهندسة الزراعية والهندسة الحيوية (تغير أسماء الأقسام):

فى عام ٢٠٠٤ اظهر الاستاذ روى ينج (Roy Young) رئيس قسم الهندسة الزراعية والحيوية بجامعة ولاية بنسلفانسا اظهر التغير فى مسميات وبرامج اقسام الهندسة الزراعية (شكل ١) منذ عام ١٩٦٥... ظهر اول مسمى للهندسة الحيوية فى قسم واحد عام ١٩٦٦.. وفى عام ١٩٩٧ بدا العديد من الاقسام تغير من مسمياتها وبرامجها... الان تقربيا جميع اقسام الهندسة الزراعية بالولايات المتحدة الامريكية قد غيرت من مسمياتها وبرامجها وادمجت فيها الهندسة الحيوية تحت مسميات مختلفة منها :

- الهندسة الزراعية والحيوية Agricultural and Bioloical Engineering
- هندسة النظم الحيوية والزراعية Agricultural and Biosystems Engineering
- هندسة الموارد الحيوية Bioresources Engineering
- الهندسة الزراعية والبيئة الحيوية
  Agricultural and Bioenvironmental Engineering

يرتبط بكل مسمى من هذه المسميات برنامج دراسى وبرامج بحثية تعكس هذا المسمى وفى عام ٢٠٠٦ تغير مسمى الجمعية الامريكية للمهندسين الزراعيين

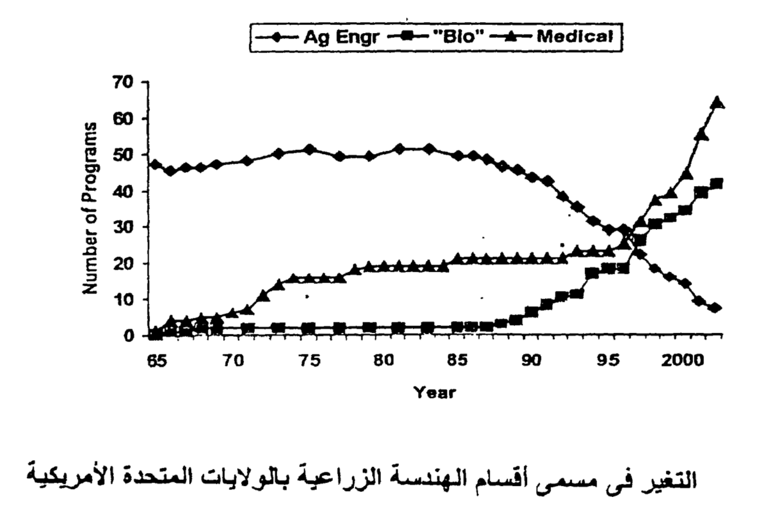
Americal Society of Agricultureal Engineering (ASAE)

الى الجمعية الامريكية للمهندسين الزراعيين والحيويين

American Society of Agricultural and Biological (ASABE)

التغير فى المنهج الدراسى :

لا شك ان تغيير مسمى القسم دون ان يصاحبه تغيير موضوعى فى البرنامج الدراسى لا يعبر عن الحقيقة... ومع اعتراف العديد بوجود تحاورات حول ما يجب ان يحتويه برنامج الهندسة الحيوية الاان جامعة ميريلاند ولاشك العديد من الجامعات الاخرى اعتمدت فى فلسفة الهندسة الحيوية على فلفسة اى هندسة تخصصية اخرى... فكما ان الهندسة الميكانيكية مثلا انشات على اساس المعارف الطبيعية (Physical)، الهندسة الكيميائية على اساس علوم الكيمياء (chemicals) وهكذا باقى التخصصات الهندسية فان الهندسة الحيوية تبنى على اساس العلوم الحيوية (Biological) ففى حين تعتبر الهندسة الزراعية هى تطبيق العلوم الهندسية فى الزراعة فان الهندسة الحيوية ينظر اليها على انها علم مؤسس هندسيا يدمج العلوم الهندسية والعلوم الحيوية لذلك فان المنهج الدراسى للهندسة الحيوية يعتمد على امداد الطلاب بالفهم لمبادى العلوم الحيوية الاساسية ودمجها فى العلوم الهندسية.



التغير فى مسمى أقسام الهندسة الزراعية بالولايات المتحدة الأمريكية

مثال لما تتضمنه الهندسة الزراعية والحيوية بجامعة ولاية فلوريدا الامريكية :

- مفاهيم العلوم الهندسية التطبيقية.
- اسس التطبيق الهندسى على المواد الحيوية والزراعة.
- اسس هندسة تصميم النظم الحيوية والزراعية.
- تحليل تعريف المشاكل.
- ظواهر الانتقال.
- اسس انتقال الحرارة بالتوصيل والنقل والاشعاع بالمعدلات الثابتة والمتغيرة والديناميكا الحرارية فى العلميات الحيوية.
- اسس تصميم وتوصيف وحدات القوى الزراعية، تفاعل الالات والجرارات الزراعية مع المواد الحيوية والزراعية.
- اسس تصميم الالات وخصائص تشغيلها.
- اسس تصميم نظم الرى بما فيها المضخات، نظم التوزيع والقوى.
- اسس تصميم نظم الصرف الزراعى، الحفاظ على التربة.
- تصميم وتحليل المنشات والنظم البيئية المستخدمة فى الانتاج الزراعى.
- الاسس الهندسية وممارسات عمليات ما بعد الحصاد، صيانة الجودة للمنتجات الزراعية واسس تصميم الاجهزة.
- اسس التقنيات الحيوية مع التركيز على الكائنات الحية الدقيقة فى العمليات الصناعية.

- الوصف والتحليل الكمى للعمليات الحيوية للكائنات الدقيقة، النباتات، الحيوانات، ونظم البيئة المحيطة.
- الظواهر الحيوية، الطاقات الحيوية، نظم البيئة الزراعية.
- اسس تحليل التجمد الحرارى، التبخير، التجفيف، عمليات النقل والخواص الريولوجية للاغذية المصنعة.
- التطورات الحديثة فى الممارسات الزراعية والحيوية، الممارسات والاخلاقيات (مواثيق الشرف).
- اسس وتطبيقات التقنيات الداعمة للحفاظ والتخطيط لادارة بيانات الموارد الطبيعية.
- اسس الاصدارات الفنية، الامانية، القانونية (التشريعية) الخاصة بتعبئة الغذاء، الخواص الطبيعية والكيميائية لمواد التعبئة.
- الطرق الحديثة فى طرق التغليف.

الهيئة العالمية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية (CIGR)

International commission of Agricultural and Biosystems Engineering

ولقد قدمت الهيئة الوكالة العالمية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية (٢٠٠٩) رؤيا شاملة فى عدة مجلدات لوصف الانشطة تحت هذا المجال و دور خريجى الهندسة الزراعية فيما يلى :

١ – هندسة الارض والماء Land and water Engineering

وتشمل تحريك الارض Earthmoving استصلاح الاراضى وصيانتها Land Reclamation and Conservation وتحسين التربة Soil improvement

ب - هندسة الرى والصرف : وتشمل :

- احتياجات المحاصيل للماء crop water Requirements
- حركة الماء فى التربة وارتباطها بها water retention and movement
- جدولة الرى Irrigation Scheduling Techniques
- طرق الرى Irrigation Methods
- ادارة الماء للمحاصيل crop water management
- الصرف الزراعى Agricultural Drainage
- نظم نقل وتوزيع الماء خارج المزرعة off – farm conveyance and distripution System
- جودة الماء فى الزراعة Water quality in Agricultural

٢ - هندسة الانتاج الحيوانى والداجنى و السمكى

Animal Production and Aqua cultural Engineering

(ا) منشات وبيئة القطيع Livestock Housing and Environment

- خصائص وآداء مواد البناء.
- بيئة الحيوانات والدواجن.

- نشات القطيع الحيوانى والداجنى.
- معدات واجهزة التحكم فى الانتاج الحيوانى.
- تخزين الاعلاف ومنتجاتها Storing forages and forage products
- ادارة المخلفات وتدوير المواد العضوية

water management and recycling of organic matter

ب – هندسة المنتجات المائية Aquacultural Engineering

- نظم الانتاج المائى Aquqcultural Systems
- المتطلبات البيئية Materials for Engineering
- مواد واجهزة الانتاج المائى
- تصميم الاجهزة Design of Facilities
- المعدات واجهزة التحكم Equipment and contols
- نظم معالجة الماء Water Handling Systems

٣ – هندسة الإنتاج النباتي Plant Production Engineering

- مصادر القدرة power Sources
- آلات الحرث Tillage Machinery
- آلات العزيق والتسوية Cultivators and leveling machines
- السطارات وآلات الزراعة Seeders and Planters
- توزيع الاسمدة Fertilizer Distribution

- اجهزة الوقاية من الآفات Pest Cantrol Systems
- الحصادات والدراسات Harvesters and Threshers
- النقل Transportation
- المعدات الخاصة بزراعة الصوب الزراعية

Specfic Equipment for Cultivation of greenhouses

- هندسة الغابات Forest Engineering
- المعايرة القياسية Standardization

٤ – هندسة النظم و نظم الميكنة:

Systems Engineering and mechanization systems

- هندسة النظم، بحوث العمليات، علوم الادارة

Operation research and management

- استراتيجية الميكنة الزراعية Agricultural meachanization strategy
- نقل التقنيات Transfer of Technology
- ادارة آلات الحقل Field machinery management
- تحليل التكاليف Cost Aralysis
- نماذج للمستقبل Trends for the Fature
- هندسة البيئية المستدامة Systainable Environmental Engineering

٥ – هندسة التصنيع الزراعى Agro – processing Engineering

ا - الحبوب وجودتها Grains and Grain Quality

- جودة الحبوب Grains Quality
- تداول الحبوب Grains Handling
- تجفيف الحبوب Grains Drying
- تخزين الحبوب Grains Quality
- تجفيف وتخزين الحبوب فى المناطق الاستوائية

Grains drying and storage in the tropics

ب - المحاصيل الجذرية Root crops

- جودة المحاصيل الجذرية والفواقد
- تخزين البطاطس Storage of potatoes
- تخزين البصل Storage of onion
- تخزين Storage of Edible roots

جـ - الفواكه والخضروات

- جودة الفواكه والخضروات
- متطلبات تخزين الفواكه والخضروات
- اجهزة تداول وتعبئة الفواكه والخضروات
- نظم التخزين المبرد

- تصنيع الفواكه والخضروات
- النظم المتبعة فيما بعد الحصاد للفواكه والخضروات.
- نظم انتاج العنب وحصاده وتداوله وتخزينه.
- نظم حصاد الزيتون وصناعة زيت الزيتون.

د – التصنيع الـ Agro processing .vhun

٦ – الطاقة Energy

ا- الطاقة الطبيعية والكتل الحيوية Natural Energy and Biomass

- طاقة منتجات البترول Post – petroleum energy
- الطاقة الطبيعية Natural Energy
- موارد الكتل الحيوية Biomass Resources

ب - الطاقة للنظم الحيوية Energy for Biological Systems

- تحليل الطاقة واقتصادياتها Energy Analysis and Economics
- الطاقة والبيئة Energy and the Environment
- الطاقة الشمسية Solar Energy
- طاقة الرياح Wind Energy
- الطاقة الهيدروليكية Hydraulic Energy

جـ - هندسة الكتل الحيوية Biomass Engineering

- الوقود الحيوى السائل Liquid biofuel
- الوقود الحيوى الغاز biogas
- الوقود الصلب Solid biofuel

٧- تقنية المعلومات (تكنولوجيا المعلومات) Information Technology

أ- تطور اجهزة الحاسب Hardware Evolution

- الحساسات Sensors
- الحساسات الحيوية Biosensors
- الروبوتات Robotics

ب – الطرق والبرامج Methods , Algorithms and softwore

- النمذجة والمحاكاة Modeling and Simulation
- التحكم والحل الأمثل Control and Optimization
- تطور البرامج Software evolution
- طرق الذكاء الصناعى Artificial Intelligence Methodologies
- قواعد المعلومات، اكتشاف المعرفة، استعادة المعلومات فى الشبكة
- Datebases , Knowledge Discovery ,Information Retrieval and Web mining

جـ- الميكاترونك وتطبيقاتها Mechatronics and Applications

- الاوتوماتيكية والتحكم Automation and control

- تحديد المواقع والابحار Positioning and navigation
- المركبات ذاتيه الحركة والروبوت Autonomous vehicles and Robotics

٨ - الزراعة الدقيقة Precision Agricculture

- الاستشعار بالتصوير والمعلومات النباتية الحيوية

Image sensing and phytobiological Information

- الاستشعار عن بعد من الاقمار الصناعية

Remote Sensing from satellite and Aircraft

- التحليل الطيفي فى الزراعة

Machine Vision in the Agricultural context

- التحكم فى تطبيق الاسمدة

Fertilizer Application Control

- الاستشعار وتداول المعلومات لوقاية المحاصيل

Sensing and Information Handling for Crop Protection

- طرق وقاية النبات

Application Techniques for Crop Protection

- السمات الخاصة لتكنولوجيا المعلومات لزراعة الصوب

Special Aspects of IT for Greenhouse Cultivation

- الانتاج الحيوانى الدقيق

Precision livestock production

- تكنولوجيا المعلومات فى زراعة الاسماك IT in fish Farming

- نظم دعم الحياة فى الفضاء

Advanced Life Support Systems in Space

هـ - نظم دعم القرار والادراة Management and Decision Support Systems

- نظم ادارة الزراعة والمحاصيل Farm and Crop Management Systems
- تكنولوجيا المعلومات لتصميم المبانى الخاصة بتربية الحيوان
- نظم المتابعة والتنبؤ والتحكم فى البيئة المحيطة

Monioring and control System of the Micro- Environmet

- تكنولوجيا المعلومات فى ادارة الماء IT in water Management
- نظم المعلومات الجغرافيه Geographical Information System
- الصورة الحققية الفعلية للحيوان بابعاده الثلاثة

3-D Animal and Virtual Reality

- نظم التواصل والمقاييس المعيارية المخصصة للتطبيقات الزراعية

Communication and Standards for Agricultural Application

- استخدام الشبكة العالمية فى الزراعة، الخدمة عن بعد والصيانة

Internet use in Agriculture , RemoteService and Mainterence

٩- من الانتاج الى المستهلك from Production to the user

- تخزين وتصنيع الغذاء والمواد الخام

Food and Raw Materials , storage and Processing

- اصدارات الجودة فى سلاسل المنتجات الزراعية

Quality Issues for Agricultural Product chains

الجزء الثانى

المفاهيم الهندسية والطاقة ونقل القدرة

الفصل الاول
المفاهيم الهندسية الاساسية
للهندسة الزراعية والنظم الحيوية

Basic Engineering Concepts

For Agricultural and Biosystems Engineering

اولا: الوحدات والأبعاد الهندسية Units and Dimensions

- البعد Dimension

هو المفهوم الأساسى المستخدم لوصف كمية فيزيائية مثل الطول والكتلة والزمن.

ويجب أن تكون ابعاد أى معادلة فى الطرفين متوافقة.

- الوحدة Unit

هى وسيلة التعبير عن مقدار الابعاد

متر (m) للطول & ثانية (sec) للزمن & نيوتن (Newton) للقوة

الوحدات الأساسية Base Units

هى عبارة عن سبع وحدات أساسية تتكون منها جميع الكميات الهندسية وهى:

١- الطول Length ٢- الكتلة Mass

٣- الزمن Time ٤- درجة الحرارة Temperature

٥- شدة التيار الكهربى Electric current

٦- شدة الاضاءة

٧- وزن الجزئ

الأنظمة الشائعة للوحدات Common System of Units

قديما كان هناك النظام الانجليزى والنظام المترى (الفرنسى) ولكل نظام وحدات للتعبير عن الكميات الهندسية المختلفة. تختلف قيمة هذه الوحدات من نظام إلى آخر. وقد تم الاتفاق على استخدام نظام موحد لهذه الوحدات ويسمى بالنظام العالى للوحدات The International system of units ويرمز له بالرمز SI وذلك بغرض توحيد استعمال الوحدات والرموز والكميات طبقاً لتوجيه عدة منظمات دولية. إلا أن هناك بعض البيانات تسجل بالوحدات النظام الانجليزى أو النظام الفرنسى لذا فهناك ضرورة للتعرف على الأنظمة الأخرى. ويوضح جدول(١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام.

الأعداد التعبيرية فى وحدات Expressing Numbers in SI units

جدول (٢) يوضح مجموع من البادئات القياسية تستخدم مع وحدات (SI) لتشكل المضاعفات.

جدول (١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام

	الطول length	الزمن time	الكتلة mass
النظام الأنجليزى ES	بوصة in قدم ft	ثانية Sec	باوند (رطل) lb
النظام الفرنسى MS (المترى)	سم cm متر m	ثانية Sec	كجم kg
النظام العالى SI	مم mm متر m	ثانية Sec	كجم kg

جدول (٢) البادئات القياسية

عربى	انجليزى	الأس العشرى
يوكتو	Yocto	10^{-24}
زبتو	Zepto	10^{-21}
ادتو	Atto	10^{-18}
فيمتو	Femto	10^{-15}
بيكو	Pico	10^{-12}
نانو	Nano	10^{-9}
ميكرو	Micro	10^{-6}
مللى	Milli	10^{-3}
سنتى	Centi	10^{-2}
ديس	Deci	10^{-1}
ديكا	Deka	10^{1}
هيكتو	Hecto	10^{2}
كيلو	k.lo	10^{3}
ميجا	Mega	10^{6}
جيجا	Giga	10^{9}
تيرا	Tera	10^{12}
ميتا	Peta	10^{15}
إكسا	Exa	10^{18}
زيتا	Zetta	10^{21}
يوتا	Yotta	10^{24}

قواعد إظهار الأرقام التعبيرية

١- يجب ان تختار بادئة الوحدة (جم – نيوتن) عندما تكون القيمة العددية ما بين 0.1 الى 999

٢- يجب ان لا يفصل فارغ بين رمز البادئة ورموز الوحدة مثال ذلك:

(kg ،km ،kW)

الكميات الهندسية المشتقة :

هناك بعض الكميات الهندسية المشتقة من الكميات الأساسية وهى:

١-المساحة Area

تعتبر وحدة المساحة هى مربع وحدة الطول ويعبر عنها فى النظام العالمى للوحدات SI متر مربع m^2 او مم٢ mm.

وقد أتفق أيضاً على التعبير عن مساحة الأراضي بالأتى:

فى أوربا : الهكتار hectare

$$1 \text{ hectare} = 10000 \text{ m}^2$$

فى أمريكا وانجلترا: الأيكر acre

$$1 \text{ acre} = 4046.85 \text{ m}^2$$

فى مصر: فدان feddan

$$1 \text{ feddan} = 4200.83 \text{ m}^2 = 4200 \text{ m}^2$$

فى الدول العربية دونم ويعادل 1000 m^2

٢-الحجم Volume

وحدة الحجم هى مكعب وحدة الأطوال ويعبر عنها فى النظام العالمى للوحدات SI بـ متر مكعب m^3 او مم٣ mm^3

كما يستعمل اللتر liter للتعبير عن حجم السوائل والغازات

١ لتر = ١٠٠٠ سم٣ $1 \text{ liter} = 1000 \text{ cm}^3$

١ متر٣ = ١٠٠٠ لتر $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$

٣- السرعة Velocity او Speed

إذا تحرك جسم فإنه يغير مكانه ويقطع الجسم أثناء التحرك مسافة L في زمن معين t فتكون السرعة هي خارج قسمة المسافة على الزمن.

وعلى ذلك يمكن تعريف السرعة بأنه معدل تغير المسافة التي يقطعها جسم ما بالنسبة للزمن، اي معدل حركة الجسم

$$\upsilon = \frac{dL}{dt}$$

ووحداتها متر/ث (m/sec) او كم/ساعة (km/h)

والسرعة كمية متجهة بمعنى أن لها مقدار واتجاه وخط عمل، ويمكن تمثيلها بيانيا بخط في نفس اتجاهها وطوله يمثل مقدارها.

٤- السرعة الزاوية Angular Velocity

هي سرعة دوران نقطة حول محور مثال ذلك سرعة المحرك (سرعة عمود الكرنك) يعبر عنها بـ لفة/ دقيقة r.p.m في كل الوحدات وفي النظام العالمي للوحدات يعبر عن السرعة الزاوية rad/s

$$1\, r.p.m = 2\pi/60 \qquad rad/s$$

٥- السرعة المحيطية

تبلغ المسافة التي تقطعها نقطة واقعة على محيط جسم يدور، في اللفة الواحدة طول المحيط $\pi.D$ حيث D قطر الدائرة (m) والمسافة التي تقطعها النقطة في عدد من اللفات n هي $\pi.D.n$

على ذلك السرعة المحيطية هى المسافة التى تقطعها نقطة واقعة على محيط الدائرة فى الثانية الواحدة :

$$\upsilon = \pi D n x 60$$

حيث :

V - السرعة المحيطية m/sec

D - قطر الدائرة (m)

n = سرعة الدورانية (r.p.m)

٦- العجلة Acceleration

وهى معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن $a = \frac{dv}{dt}$

ووحداتها متر/ث٢ (m/sec^2) وهى كمية متجهة أيضا مثل السرعة.

فاذا تحرك جرار بسرعة ابتدائية V_1 و زادت سرعته بعد زمن t و اصبحت V_2 فان الجرار يتحرك بعجلة تساوى:

$$a = (v_2 - v_1) / t \quad [m.\ s^{-2}]$$

٧- القوة Force

تعرف بأنها العامل الذى يؤثر على جسم ما ويغير من حالة اتزانه. وحالة الاتزان هى وجود الجسم فى حالة سكون أو فى حالة حركة منتظمة فى خط مستقيم. وتحدد القوة بثلاثة عناصر هى المقدار والاتجاه ونقطة التأثير.

ونتيجة لتأثير القوة على الجسم فإنها تكسبه عجلة فى نفس اتجاه القوة. وهذه العجلة تتناسب طردياً مع مقدار القوة المؤثرة اما ثابت التناسب فهو كتلة الجسم وبالتالى فأن:

القوة = كتلة × عجلة $F = m \times a$

حيث:

- F القوة Force نيوتن (N)
- m كتلة الجسم كجم (kg)
- a - عجلة الجسم متر/ثانية^2 (m/sec^2)

وتستخدم وحدة نيوتن (NEWTON) او كيلو نيوتن kN

ويعتبر النيوتن (N) الذى سمى باسم السيد إسحاق نيوتن (Isaac Newton) كوحدة للقوة التى تحرك كتلة مقدارها واحد كيلو جرام بعجلة ١متر/ث^2.

$$1\ N = 1\ kg.\ m/sec^2$$

<u>انواع القوى الميكانيكية</u>

للقوى الميكانيكية اشكال متعددة و مختلفة اهمها:

- <u>*قوة الجر*</u> traction force

وهي القوة التي تسحب الجسم باتجاه معين فتسبب شده او استطالته.

- <u>*قوة الضغط*</u> compression force

و هي القوة التي تكبس على الجسم بمقدار كتلتها فتؤدي الى تقارب الجزيئات من بعضها البعض وذلك اذا كان الجسم طريا كحبيبات التربة.

قوة الجذب الارضي attraction force

وهي القوة التي تجذب الاجسام الموجودة على سطح الارض او فوقها نحو مركز الكرة الارضية. فاذا سقط جسم سقوط حر تحت تاثير الجاذبية الارضية فان تسارع الجسم الساقط يكون عجلة الجاذبية الارضية g و قيمته $9,81\ m.\ s^{-2}$ لذلك فان قوة الجذب الارضي و هي تساوي وزن الجسم W تعطى حسب قانون نيوتن كالتالي:

$$w = m \ .\ g \quad [N]$$

قوة رد الفعل reaction force

اذا اثرت قوة ما على جسم فان هذا الجسم يقاوم القوة المؤثرة بقوة تساويها في المقدار و تعاكسها في الاتجاه.

قوة الطرد المركزي centrifugal force

و هي القوة المتولدة عن دوران الجسم حول مركز معين، و تتوقف هذه القوة على كتلة الجسم m و سرعة دورانه V و بعده عن المركز r و تعطى هذه القوة كالتالي:

$$F_C = m\ v^2 / r \quad [N]$$

قوة الاحتكاك friction force

وهي القوة الناشئة نتيجة حركة سطح جسم ما على سطح جسم اخر.

٨- العزم. Torque & Bending Moment

يعرف العزم بأنه دوران الجسم ما حول أحد المحاور (نقطة دوران) نتيجة تأثير قوة (أو محصلة مجموعة من القوى) ويبعد خط عملها عن محور الدوران بمسافة عمودية على اتجاه القوة تعرف بذراع العزم، وتكون القوة تساوى حاصل ضرب مقدار القوة فى ذراعها.

العزم= القوة X ذراع العزم $T = F \times L$

حيث:

T =العزم Torque ووحداته نيوتن. متر (N.m)

F = القوة Force ووحداتها نيوتن (N) .

L =ذراع العزم ووحداته متر (m)

٩- الضغط Pressure

الضغط هو مقدار القوة الواقعة على وحدة المساحة:

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} \qquad P = \frac{F}{A}$$

حيث:

F = القوة Force نيوتن (N)

A = المساحة Area متر٢ (m^2)

P = الضغط pressure نيوتن/ متر٢ N/m^2

هذه الوحدة (N/m^2) تعادل وحدة بسكال (Pascal) فى النظام العالمى

ويرمز لها بالرمز Pa

١٠- الكثافة Density

هى كتلة وحدة الحجوم من المادة

الكثافة = الكتلة / الحجم

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث:

m = الكتلة كجم (kg)

V = الحجم متر٣ (m^3)

P = الكثافة كجم/ متر٣ N/m^3

١١- الشغل Work

إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة معينة لمسافة ما فى اتجاه هذه القوة، فيقال أن تلك القوة بذلت شغلاً ويساوى حاصل ضرب القوة فى المسافة على أن تكون المسافة فى اتجاه . أو يعرف الشغل على انه كمية الجهد المبذول لرفع ثقل مسافة راسية محددة أو تحريك قوة مسافة معينة فى اتجاه تأثير القوة:

الشغل = القوة X مسافة

$$W = F \times L$$

حيث:

W = الشغل work ، نيوتن متر (N.m)

F = القوة force، نيوتن (N)

L = المسافة Length فى اتجاه القوة متر (m)

وتعادل وحدة الشغل N.m وحدة جول (Joule) فى النظام العالى ويرمز له بالرمز J ($J = N.\ m$)

ويعرف الجول Joule بأنه كمية الشغل المبذول لتحريك قوة مقدارها ١ نيوتن Newton مسافة ١ متر (m) فى اتجاه تأثير تلك القوة

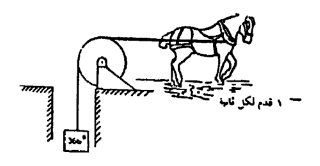
١٢-القدرة Power

القدرة هى معدل بذل شغل معين:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{شغل}}{\text{زمن}} \qquad Power = \frac{work}{time}$$

وحدات القدرة (نيوتن. متر/ث) N.m/sec

يطلق على هذه الوحدات وات Watt ويرمز له بالرمز W ويرجع ذلك الى أواخر القرن الثامن عشر، حينما رغب جيمس وات (James Watt) ان يقدر محركاته البخارية بدلالة المنافس وذلك الوقت وهو الحصان. وقام بإجراء سلسلة من الاختبارات بخيول متوسطة ووجد ان الحصان يمكن أن يرفع ٣٦٦ رطل من الفحم خارج المنجم بمعدل ١ قدم/ث. قام وات بزيادة هذه القيمة بنسبة ٥٠٪ ليقلل تقدير محركاته بشكل متعمد. ومنذ ذلك الحين استخدم المقدار الناتج، كوحدة أساسية للقدرة الحصانية horse power (HP)، وهو يعادل ٥٥٠ قدم. رطل/ث، وفى النظام المترى (الفرنسى) استخدام أيضاً الحصان لتعبير عن وحدة القدرة حيث يعرب عن الحصان بأنه القدرة اللازمة لشد قوة مقدارها ٧٥ كجم لمسافة متر خلال زمن مقداره واحد ثانية أى أن الحصان يعادل ٧٥ كجم متر/ث.



وعند استخدام النظام العالمى للوحدات تم تسمية وحدة القدرة بالوات (W).

وتعتبر وحدة الوات قدرة مكافئة لتحرك قوة مقدارها ١ نيوتن لمسافة مقدارها متر واحد خلال ثانية واحدة.

ويعادل الحصان = ٧٤٥,٧ وات (HP = 745.7 W)

او الكيلو وات = ١,٣٤١ حصان (kW = 1.341 HP)

ويعبر عن القدرة الميكانيكية من خلال صيغتين: الأولى القدرة الخطية، وهذه تحدث عندما تبذل قوة مع سرعة خطية.

القدرة = (القوة x المسافة) / زمن = القوة X السرعة

$$P = \frac{F.L}{t} = F.V$$

حيث: P القدرة و F القوة و L المسافة و t الزمن و V السرعة

والصيغة الثانية تكون القدرة الدورانية وهى القدرة التى تنقل من خلال دوران أجسام وتحسب القدرة الدورانية

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

حيث: P = القدرة بالوات (W)

N = سرعة دوران العمود لفة/ دقيقة (r.p.m)

T = مقدار العزم على العمود نيوتن. متر (N.m)

١٣- الطاقة Energy

الطاقة هى مقدرة جسم ما على بذل شغل معين، أى أنه شغل مخزون فى ذلك الجسم. وحدات الطاقة(وات.ث) W.sec او كيلو وات. ساعة kW.h

و هي القدرة على انجاز شغل و تسمى هذه القابلية على انجاز الشغل بالطاقة.

من اهم ما تمتاز به الطاقة المختلفة هو إمكانية تحويل احدها للأخر لتحقيق غرض معين و هنا نركز على الأشكال الميكانيكية للطاقة و التي أهمها:

- طاقة الوضع E_P potential energy :

وهي الطاقة التي يكتسبها الجسم اما بفعل تركيبه او بفعل ارتفاعه عن منسوب معين. فمثلا اذا رفعنا جسم من سطح الارض الى ارتفاع معين فاننا نبذل شغلا للتغلب على جاذبية الارض للجسم أي برفعنا الجسم نكون قد اكسبناه خاصية جديدة لم يمتلكها من قبل و الشغل في هذه الحالة هو حاصل ضرب وزن الجسم m . g في الارتفاع h أي ان:

$$E_P = m \cdot g \cdot h \quad [J]$$

طاقة الحركة kinetic energy : هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بفعل حركته. ان جزيئات الجسم في حالة حركة مستمرة و الحرارة التي يحتويها جسم هي طاقة حركة هذه الجزيئات. فالجرار المتحرك و الجسم الساقط يحتوي على طاقة حركة تتولد فيها بفعل حركتها و تعطى طاقة حركة الجسم بنصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع سرعته:

$$E_K = 0.5\, m \cdot V^2 \quad [J]$$

الطاقة قد تكون ظاهرة (متحركة) يمكن الإحساس بها وقياسها، أو مختزنة Stored (كامنة Latent) يمكن تحويلها إلى ظاهرة. عموماً يمكن تصنيف الطاقات إلى ستة أنواع رئيسية كالآتى:

١- الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy:

هى الطاقة التى يمكن أن تؤدى فى صور مختلفة مثل طاقة الوضع وطاقة الحركة، يمكن استخدامها مباشرة وتحويلها بسهولة إلى أنواع أخرى.

٢- الطاقة الكهربية Electrical Energy:

تنتج بمرور الألكترونات فى الموصلات الكهربية، وهى أرقى أنواع الطاقة وأفضلها لدى الإنسان حيث تتميز ببساطة استخدامها وسهولة تحويلها إلى الأنواع الأخرى من الطاقة، ويمكن تخزينها فى صورة مجال كهربى أو كهروستاتيكى.

٣- الطاقة الكيميائية Chemical Energy:

وهى طاقة مختزنة فقط تظهر عند التفاعلات الكيميائية مثل احتراق الوقود ومرور التيار من بطارية. فالوقود يحتوى على طاقة كيميائية مختزنة به، لا تنطلق إلا عندما يحترق (يتفاعل مع الأكسجين) حيث تتحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة حرارية. وبطارية السيارة الجرار أيضاً تحتوى على طاقة كيميائية تتحول إلى كهربائية عند توصيل قطبيها بدائرة خارجية.

٤- الطاقة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Energy:

وتنتقل على هيئة أشعة كهرو مغناطيسية Electromagnetic waves بسرعة الضوء ولكن بأطوال موجية مختلفة. ومن امثلتها الإشعاع الحرارى وأشعة إكس، وموجات الراديو.

٥- الطاقة الحرارية Thermal Energy:

وهى ابسط وارخص أنواع الطاقة حيث يسهل الحصول عليها باحتراق المادة او الوقود. وهى ايضاً ادنى انواع الطاقة إذ يصعب استخدامها مباشرة فى جوانب الحياة المختلفة، كما انه ليس من السل تحويلها إلى أنواع الطاقة الأخرى، الطاقة الحرارية هى مقياس لحركة جزئيات المادة، والصورة الظاهرة لها هى الحرارة Heat التى تنتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة، ويمكن تخزينها فى المواد المختلفة على هيئة حرارة محسوسة Sensible heat او كامنة Latent heat.

الحرارة المحسوسة

عندما تكتسب مادة أو تفقد كمية من الحرارة وينتج عنها تغير فى درجة حرارة المادة يطلق على هذه الحرارة (الحرارة المحسوسة) وتعرف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الأوزان درجة حرارة واحدة بالحرارة النوعية للمادة.

كمية الحرارة المحسوسة = وزن المادة × الحرارة النوعية للمادة × بفرق درجات الحرارة

الحرارة الكامنة

عندما تكتسب أو تفقد مادة ما كمية من الحرارة دون حدوث أى تغير فى درجة حرارة المادة يطلق على هذه الحرارة (الحرارة الكامنة) ويحدث ذلك عند تحول المادة من صورة إلى اخرى (تجميد – انصهار – تبخير – تكثيف) مع ملاحظة أن قيمة الحرارة الكامنة اللازمة لتجميد وحدة الأوزان من مادة ما تساوى قيمة الحرارة الكامنة اللازمة لانصهار نفس الوزن وينطبق ذلك أيضاً فى حالتى التبخير والتكثيف.

كمية الحرارة الكامنة = الوزن × الحرارة الكامنة لوحدة الأوزان

∴ كمية الحرارة الكلية = كمية الحرارة الكامنة + كمية الحرارة المحسوسة

٦- الطاقة الذرية Atomic Energy:

وهى طاقة هائلة مختزنة لا تظهر الا عندما تتفاعل مكونات ذرات المادة، وتنقسم إلى نوعين رئيسيين:

A- الطاقة الإنشطارية: Fission Energy:

وتنطلق عند انشطار الذرات الثقيلة كاليورانيوم والبلوتونيوم إلى ذرات عناصر اخف. وهذه الطاقة، حسب قانون العالم الشهير ألبرت أينشتين، تعادل فرق الكتلة بين الذرات الثقيلة والذرات الخفيفة الناتجة عن التفاعل، وهى طاقة هائلة بالنسبة لكتلة الوقود إذا ما قورنت بالأنواع العادية الأخرى.

B- الطاقة الإندماجية Fusion Energy:

التى تنطلق من اندماج ذرات عناصر خفيفة لتكوين ذرات عناصر أثقل، مثل اندماج ٤ ذرات هيدروجين لتكوين ذرة واحدة من الهليوم. هذا التفاعل يحدث فى الشمس وتنطلق منه الطاقة الشمسية.

ثانيا: هيدروليكا الموائع

المادة هى كل ما يشغل حيز من الفراغ وله كتلة والمائع هو المادة القابلة للا نسياب ولا تتخذ شكل محدد .

- سريان السوائل

سريان السوائل إما أن يتم فى مجار مكشوفة كالأنهار وقنوات الرى أو فى مجار مغلقة مثل أنابيب المياه تسير المياه فى القنوات المكشوفة تحت تأثير الجاذبية ويكون سطح الماء معرض للضغط الجوى ويكون السريان فيها نتيجة ميل القناة وليس لوجود ضغط جوى، أما المجارى المغلقة الممتلئة فيعتمد السريان فيها على وجود فروق فى الضغط على طول خط السريان. إذا كانت الأنابيب بأشكالها المختلفة غير ممتلئة بالماء السارى تكون معرضة للضغط الجوى على طول خط السريان فتتقابل من حيث القوانين وخواص السريان مع القنوات المكشوفة.

التصرف (Q):

يعرف التصرف (Q) بأنه كمية السائل المارة فى الأنبوبة فى وحدة الزمن ويعبر عنه بالوحدات التالية(لتر/ثانية) متر مكعب/ثانية) وهكذا فإذا كان التصرف الذى يسرى فى أنبوبة هو (Q) والسرعة المتوسطة (V) ومساحة مقطع الأنبوبة العمودى على اتجاه السرعة هى (A) كان قانون الاستمرار ينص على أن:

التصرف = السرعة المتوسطة × مساحة القطاع

أى

$$Q = A. V$$

فإذا كانت هناك أنبوبة متغيرة مساحة القطاع وكانت السرعة فى الجزء الأول هى V_1 ومساحة القطاع A_1 وفى الجزء الثانى السرعة V_2 والمساحة هى A_2 وهكذا وفى حالة عدم دخول أى سائل للأنبوبة أو خروجه منها فإن:

$$Q = A_1 . V_1 = A_2 . V_2$$

اى انه ما دام التصرف ثابتاً يكون حاصل ضرب مساحة القطاع (A) وسرعة سريان السائل (V) عند هذا القطاع يساوى حاصل ضربهما فى اى قطاع آخر، وتسمى هذه المعادلة بمعادلة الاستمرار.

خواص السوائل:

للسوائل بشكل عام خصائص منها:

١- ليس للسوائل شكل فى حد ذاتها

تأخذ السوائل شكل اى إناء أو وعاء (شكل١) موجودة به ولهذا السبب فإن الزيت فى الدوائر الهيدروليكية يستطيع أن يسرى أو يمر فى أى اتجاه وداخل اى مسار وبأى حجم أو شكل.

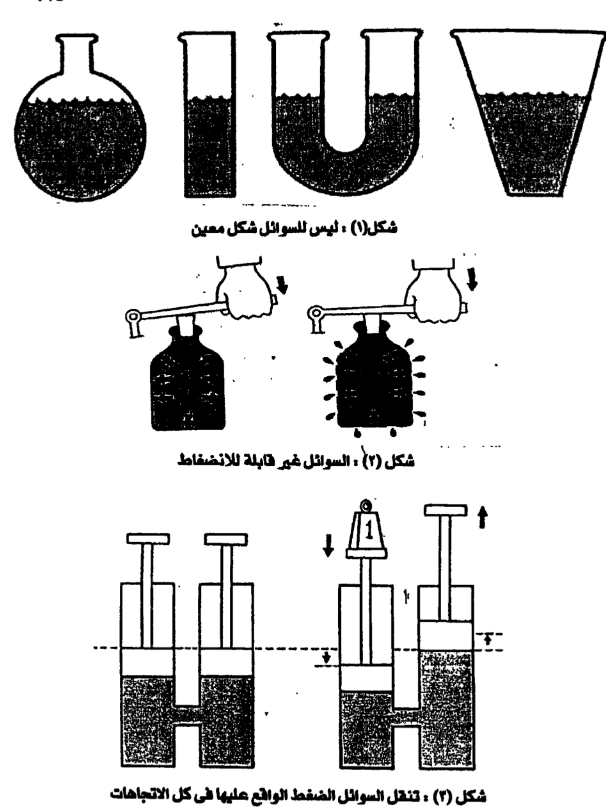
٢- السوائل غير قابلة للإنضغاط

لو حاولنا الضغط على السداد الفلين لقارورة مسدودة جيداً فإن السائل داخل القارورة لا يضغط وسوف تتحطم القارورة.(شكل ٢).

ملحوظة: حينما تقع السوائل تحت ضغط عالى فإنها فى الواقع تنضغط بمقدار ضئيل يمكن إهماله وللتبسيط فإننا سنعتبر السوائل غير قابلة للإنضغاط.

٣- السوائل تنقل الضغوط الواقعة عليها وفى كل الاتجاهات

فى التجربة الموضحة فى (شكل ٢) تلاحظ أن القارورة الزجاجية قد تتحطم كما تبين أيضاً كيف تقوم السوائل بنقل الضغط الواقع عليها فى كل الاتجاهات، حينما توضع تلك السوائل تحت الانضغاط، وسنوضحها أكثر بالتجربة التالية.



شكل(١) : ليس للسوائل شكل معين

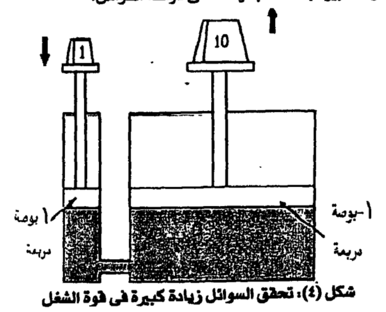
شكل (٢) : السوائل غير قابلة للانضغاط

شكل (٣) : تنقل السوائل الضغط الواقع عليها فى كل الاتجاهات

خذ اسطوانتين بنفس الحجم (مساحة المقطع واحد سنتيمتر مربع) وصلهما بأنبوبة. املأ الاسطوانتين بالزيت للمستوى المبين فى الشكل (٣) ضع فى كل أسطوانة مكبس يرتكز على أعمدة من الزيت والآن اضغط لأسفل على أحد الاسطوانتين بقوة واحد نيوتن سوف يسرى هذا الضغط وتؤثر على المكبس الآخر قوة مساوية لواحد نيوتن ويرفع لأعلى كما هو موضح بالشكل.

٤- تحقق السوائل زيادة كبيرة فى قوة الشغل

خذ اسطوانتين آخريين ولكن بأحجام مختلفة وصلهما كما هو موضح (بشكل ٤) الأسطوانة الأولى مساحة مقطعها A_1 والاسطوانة الأخرى مساحة مقطعها يعادل $10A$ استخدم قوة F على المكبس الأصغر فى الاسطوانة الصغيرة، ينتج عن ذلك سريان السائل إلى الاسطوانة الثانية. وعلى ذلك فإن ضغطاً مقداره (F/A_1) يؤثر على الأسطوانة الكبيرة وبما أن هذه الاسطوانة لها مساحة مكبس مقدارها عشرة أمثال الأسطوانة الأولى فإن القوى الكلى المؤثر على سطح المكبس يصبح عشرة أمثال القوة المؤثرة على الأسطوانة الأولى وبتعبير آخر فإننا حصلنا على زيادة فى قوة الشغل وأشهر تطبيقات هذه القاعدة هى إيقاف ماكينة كبيرة بضغطة بسيطة على دواسة الفرامل.



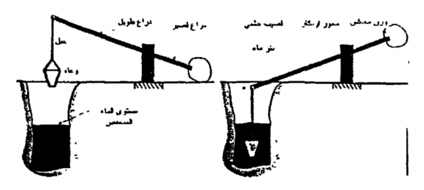
شكل (٤): تحقق السوائل زيادة كبيرة فى قوة الشغل

- ضخ السوائل

يتطلب نقل السوائل من مكان إلى آخر أو رفعه من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع لذا بدء الانسان باختراع آلات رفع الماء التى منها ما تعمل يدويا أو باستخدام الحيوان أو آليا.

وتعتبر آلة الشادوف من أقدم ما استعمله الإنسان لرفع الماء من الآبار بطريقة توفر عليه جهداً كبيراً ويبين شكل (٥) طريقة عمل الشادوف والذى يتكون من قضيب خشبى طويل يرتكز قرب نهايته على محور مثبت فى كتلة خشبية متينة بحيث يكون حر الحركة حول محوره. كما يثبت بإحدى طرفى القضيب (ناحية الذراع الطويل) فى نهايته وعاء بينما يثبت وزن معاكس فى نهاية طرف الذراع القصير ليجعل أرجحة القضيب الخشبى حول محوره سهلة ولا تتطلب جهداً كبيراً.

ولما زادت حاجة الإنسان إلى كميات كبيرة من الماء فى الزراعة توصل إلى اختراع آلة الساقية التى تستخدم طاقة الحيوان لإدارتها. تتكون الساقية من مجموعة لنقل الحركة وعجلة رأسية دوارة ومجموعة نقل الحركة عبارة عن ترسين خشبيين أحدهم افقى والآخر راسى معشقان على شكل زاوية قائمة. يوضع الترس الرأسى أعلى مصدر الماء ويقوم بإدارة عجلة رأسية كبيرة ذات جيوب تحمل الماء من أسفل وتصبه فى مجرى متصل بمركز العجلة. ويقوم الحيوان بإدارة الترس الأفقى فى مسار دائرى فتدور الساقية ذات الجيوب فى الاتجاه الرأسى.



شكل (٥) : طريقة عمل الشادوف لرفع المياه

حاليا تستخدم المضخات لرفع وتحريك السوائل من مكان الى آخر، وهى عبارة عن آلة يدور فيها عضو دوار داخل غلاف محكم فيسحب السائل الى داخلها ليبذل عليه شغلاً بمقدار طاقة حركته فيختزنه السائل فى صورة طاقة تسبب ارتفاع فى ضغطه وتجعله يخرج مندفعاً من مخرج المضخة.

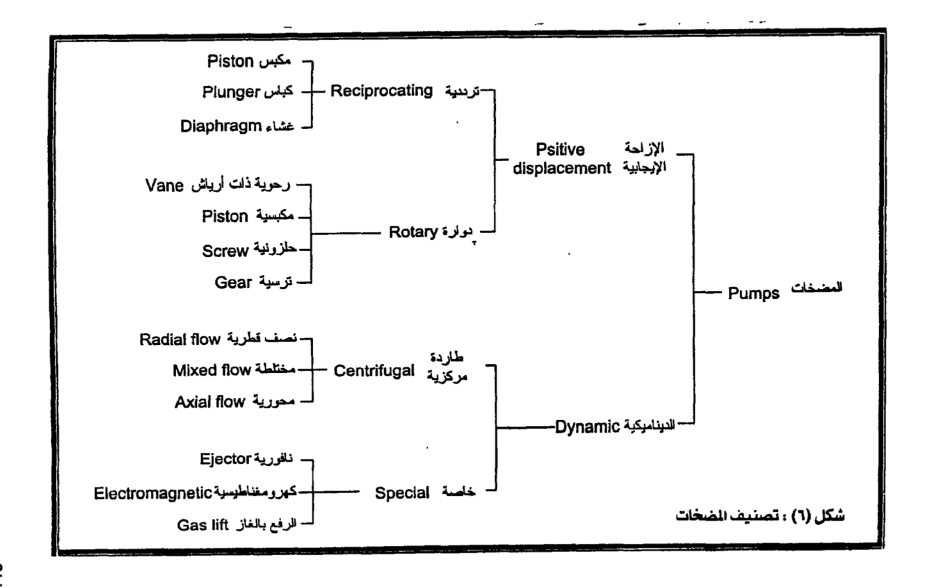
وجدير بالذكر أن المضخة لا تملك بذاتها رفع ضغط السائل المار بها لأن ذلك يحتاج إلى صب الماء فى حيز مغلق، ولكن يستعاض عن ذلك بوجود مقاومة تعاكس سريان الماء فبينما يتحرك السائل من مدخل المضخة إلى خارجها فإنه يكتسب قدراً من الطاقة، وهو فى نفس الوقت يواجه مقاومة لدفعه وتحريكه خلال بقية منظومة المضخة وملحقاتها من مواسير ووصلات وصمامات فتتحول تلك الطاقة إلى ضغط بمقدار هذه المقاومة.

وبهذا يتحدد ضغط المضخة بمقدار الحمل الملقى على عاتقها بالإضافة إلى طاقة الوضع بين مستويى السائل الأدنى والأعلى لسحب وطرد المضخة.

تصنيف المضخات وأنواعها

Pumps classification and types

ويبين شكل (٦) تصنيف المضخات. و تنقسم المضخات إلى نوعين أساسيين هما مضخات الإزاحة الإيجابية والمضخات الديناميكية، وهناك فرقاً جوهرياً بين مضخات الإزاحة الإيجابية والمضخات الديناميكية يكمن فى أن الأولى تعطى حجماً محدداً من السائل فى فترة معينة ثم يتوقف خروج السائل لفترة أخرى أثناء دورة تشغيل واحدة، بينما تعطى المضخات الديناميكية تصرفاً مستمراً للسائل.



شكل (٦) : تصنيف المضخات

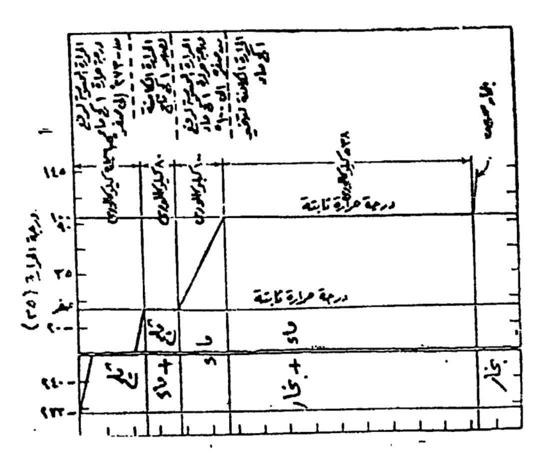
- خواص الماء

يدخل الماء فى تركيب جميع المنتجات الزراعية الحيوانية والنباتية بصور مختلفة كما يستعمل الماء بصورته المألوفة (السائلة) فى إعداد وتجهيز المنتجات الزراعية. لذلك معرفة الحالات التى يمكن أن يكون عليها الماء خصوصاً وأن بعض عمليات إعداد وحفظ الغذاء تقصد أساساً تحويل الماء من حالة إلى حالة أخرى كما فى حالات التجفيف والتبخير مثلاً فإنه يتم إزالة جزء من الماء الموجود بالمادة بتحويله إلى الصورة الغازية (بخار) وذلك بتسخين المادة بينما فى حالة التجميد يحول الماء الموجود بالمادة إلى الصورة الصلبة (ثلج)

يتواجد الماء فى حالة من الحالات الثلاث الصلبة أو السائلة أو الغازية، تتوقف حالة الماء على درجة الحرارة والضغط. تحت الضغط الجوى العادى إذا كانت درجة حرارة الماء أقل من صفر°م فإنه يكون فى الحالة الصلبة (ثلج). إذا كانت درجة حرارة الماء أعلى من ١٠٠°م فإنه يكون فى الحالة الغازية (بخار). إذا كانت درجة حرارة الماء أعلى من صفر°م أقل من ١٠٠°م فإنه يكون فى الحالة السائلة (ماء) أما إذا كانت درجة الحرارة صفر°م (درجة حرارة انصهار الثلج – تجميد الماء فأما أن يكون صلب او سائل مخلوط منها (ثلج وماء) وكذلك عندما تكون درجة الحرارة ١٠٠°م (درجة تبخير الماء – تكيف البخار) فأما ان يكون سائل أوبخار أو مخلوط منهما (ماء وبخار) أى انه قد يتواجد الماء فى صورتين فى وقت واحد. أى أنه قد يتواجد الماء فى صورتين فى وقت واحد. وذلك عندما يكون فى حالة تحول من صورة إلى أخرى.

نفرض أن الماء فى الحالة الصلبة (ثلج) أى أن درجة حرارته اقل من صفر°م، بإضافة حرارة إلى هذا الثلج تحت ضغط ثابت ترتفع درجة حرارة الثلج حتى تصل

درجة حرارته إلى الصفر وتظل درجة الحرارة ثابتة رغم إضافة كميات أخرى من الحرارة حتى يتم انصهار الثلج (حرارة كامنة). بعد تحول الثلج إلى ماء وبزيادة كمية الحرارة ترتفع درجة حرارة الماء (حرارة محسوسة) إلى أن تصل درجة حرارة الماء إلى ١٠٠°م يبدا الماء فى التبخر وتظل درجة الحرارة ثابتة رغم إضافة كميات من الحرارة حتى يتحول كل الماء إلى بخار بعدها أى زيادة فى كمية الحرارة ينتج عنها زيادة فى درجة حرارة البخار (بخار محمص). إضافة الحرارة تحت ضغط منخفض جداً فإن الثلج يتسامى ويتحول إلى الصورة الغازية مباشرة ويوضح شكل (٨) العلاقة بين درجة حرارة الماء وكمية الحرارة تحت الضغط الجوى العادى.



شكل (٨): العلاقة بين درجة حرارة الماء وكمية الحرارة تحت الضغط الجوى العادى.

- خواص الهواء

يتكون الهواء من جزئيات غازية هى عبارة عن ذرات مزدوجة. كنموذج لذلك يمكننا تصور الجزيئات الغازية على شكل كرات مرنة صغيرة جداً. السنتيمتر المكعب الواحد من الهواء يحتوى على عدد لا يحصى من هذه الذرات، يصل هذا العدد إلى (28×10^{18})

والهواء عبارة عن مخلوط غازى يتكون اساسا من غازين هما نيتروجين بنسبة ٧٨ ٪ من الحجم واكسجين بنسبة ٢١٪ ونسبة ضئيلة من ثانى أكسيد الكربون، هيدروجين ، أرجون و بجانب هذه الغازت يحتوى الهواء الجوى على نسبة من بخار الماء.

للهواء بعض الخواص التى تستخدم كمقياس لمقدرته على حمل الرطوبة

١- درجة الحرارة الجافة Dry bulb temperature

٢- درجة الحرارة الرطبة Wet bulb temperature

٣- نقطة الندى Dew point

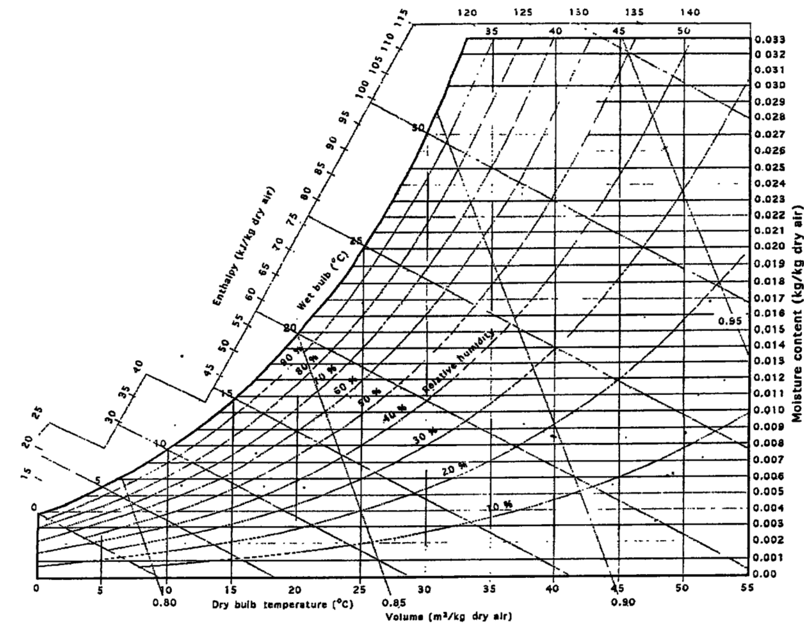
٤- الرطوبة المطلقة Absolute humidity او المحتوى الرطوبى (Moisture content)

٥- الرطوبة النسبية Relative Humidity

٦- الحجم النوعى Specific volume

٧- كمية الحرارة (المحتوى الحرارى) Enthalpy

توجد خواص الهواء فى مجموعة منحنيات (شكل ٩) تسمى بالمنحنيات السيكرومترية SYCHROMETRY (الخريطة السيكرومترية) و تعريف السيكرومترى على أنها دراسة الخواص الطبيعية والحرارية لخليط الهواء وبخار الماء. وهناك تطبيقات هامة للسيكرومترى أهمها: الترطيب humidification- التجفيف Drying- وتكييف الهواء Air conditioning والتبريد التبخيرى Evaporative Cooling



Metric psychrometric chart.

الخريطة السيكرومترية Schometric Chart

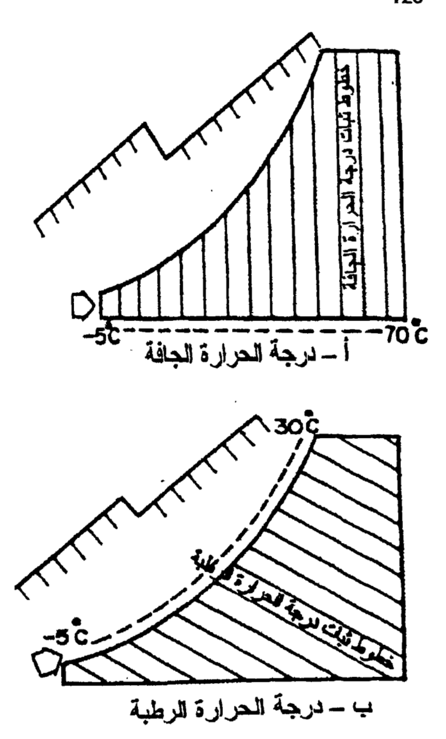
الخريطة السيكرومترية عبارة عن مجموع من المنحنيات يجمع جميع الخواص السيكرومترية فى خريطة واحدة. والمحوران الأساسيان لهذه الخريطة هما درجة الحرارة الجافة كمحور افقى والرطوبة المطلقة كمحور رأسى . وهى تمكننا من تحديد جميع خواص الهواء بمعلومة أى خاصيتين بدون الحاجة إلى استخدام المعادلات المعقدة. يجب أن ننوه على أن القيم المتحصل عليها من الخريطة السيكرومترية هى قيم تقريبية إما إذا احتاج الأمر إلى قيم دقيقة فلابد من استخدام المعادلات. والخواص السيكرومترية تعتمد على الضغط الجوى وجميع الخرائط تبنى عادة على أساس الضغط الجوى القياسى والذى قيمته ..١٠١,٣ .

١- درجة الحرارة الجافة Dry bulb Temperature, $T_{d.b}$

درجة الحرارة الجافة للهواء هى درجة حرارته المقاسة بالترمومتر العادى أو أى وسيلة أخرى من وسال قياس درجات الحرارة. وتوجد درجة الحرارة الجافة على المحور الأفقى من الخريطة السيكرومترية. والخطوط الرأسية تمثل خطوط ثبات درجة الحرارة ويرمز لها بالرمز T_{db}.

٢- درجة الحرارة الرطبة Wet bulb temperature, $T_{w.b}$

درجة الحرارة الرطبة للهواء هى درجة حرارته المقاسة بنفس الطريقة السابقة ولكن الجو المحيط مشبع ببخار الماء عن طريق تغطيتها بصيلته مغطاه بقطعة قماش مبتلة أو قطعة قطن مبتلة . وتقاس درجة الحرارة الرطبة بعد تحريك الترمومتر بسرعة فى الهواء. ويرمز لها بالرمز $T_{w.b}$. وتوجد درجة الحرارة الرطبة على الخريطة السكرومترية من التدريج المقام على منحنى التشبع. ومن الشكل يتضح أن خطوط درجات الحرارة الرطبة هى الخطوط المائلة وهى تمثل خطوط ثبات درجة الحرارة الرطبة.



أ – درجة الحرارة الجافة

ب – درجة الحرارة الرطبة

٢- الرطوبة النسبية Relative Humidity, R.H

الرطوبة النسبية للهواء هى نسبة الضغط الجزئى لبخار الماء الموجود فى الهواء الرطب عند درجة حرارة معينة إلى ضغط البخار عند حالة التشبع عند نفس درجة الحرارة اى أن

$$\% \ R.H = (P/Ps)_t * 100$$

حيث:

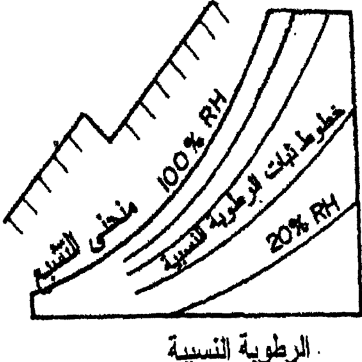
RH : الرطوبة النسبية ، كنسبة مئوية ٪

P : الضغط الجزئى لبخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة

Ps : ضغط التشبع عند نفس درجة الحرارة

وتتراوح قيم الرطوبة النسبية بين صفر ، ١٠٠٪ . ويقال للهواء أنه مشبعا عند ضغط معين ودرجة حرارة معينة عندما تكون رطوبته النسبيه ١٠٠٪ وتكون رطوبته المطلقة تحت تلك الظروف أقصى ما يمكن . وعموما عند درجة حرارة نقطة الندى تكون رطوبة الهواء النسبية ١٠٠٪ .

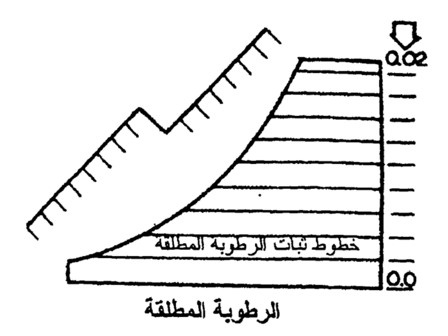
وتمثل الرطوبة النسبية بالمنحنيات الجنبية للخريطة السيكرومترية كما فى الشكل ومنحنى رطوبة نسبة ١٠٠٪ هو المنحنى الذى يقفل الشكل والمنحنيات التى توازيها تعطى قيم أقل للرطوبة النسبية ٩٠٪ ، ٨٠٪ . وهكذا . وتلك المنحنيات تمثل خطوط ثبات الرطوبة النسبيةويرمز لها بالرمز R.H



الرطوبة النسبية

٤- الرطوبة المطلقة Absolute Humidity, H

الرطوبة المطلقة هى مقياس لكمية بخار الماء الموجود فى ١ كيلوجرام من الهواء الجاف ووحداتها كيلو جرام من الماء لكل واحد كيلو جرام هواء جاف وتقاس الرطوبة المطلقة بوحدات kg water/kg dry air على المحور الراسى الأيمن من الخريطة السيكرومترية خطوط ثبات الرطوبة المطلقة تمتد أفقيا تماما كما فى حالة خطوط نقطة الندى الندى ويرمز للرطوبة المطلقة بالرمز H وهى أحيانا تسمى بالرطوبة أو الرطوبة النوعية أو نسبة الرطوبة أو المحتوى الرطوبى للهواء

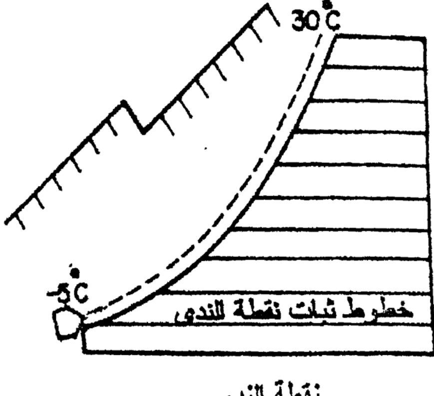


٥- درجة حرارة نقطة الندى Dew point Temperature, TD.P

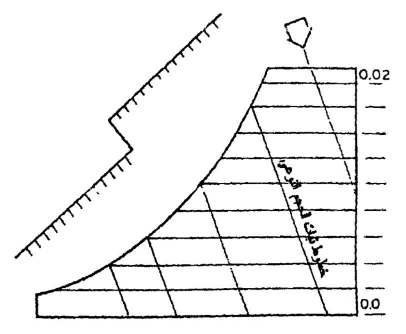
درجة حرارة نقطة الندى هى درجة الحرارة التى يحدث عندها تكثيف للرطوبة على السطح. وتقاس درجة حرارة نقطة الندى على نفس تدريج درجة الحرارة الرطبة ولكن خطوط ثبات درجة حرارة نقطة الندى هى الخطوط الأفقية تماما فى الخريطة السيكرومترية وليست الخطوط المائلة كما فى حالة درجة الحرارة الرطبة ويرمز لها بالرمز $T_{d.p}$

٦-الحجم النوعى specific volume

الحجم النوعى هو الحجم لكل وحدة كتلة من الهواء الجاف وهى مقلوب الكثافة ويرمز لها بالرمز V وتقاس بوحداته m^3/kg dry air وخطوط ثبات الحجم النوعى هى الخطوط المائلة بزاوية متفرجة على المحور الأفقى وتقرأ قيمة الحجم النوعى مباشرة من القيمة المكتوبة على كل خط.



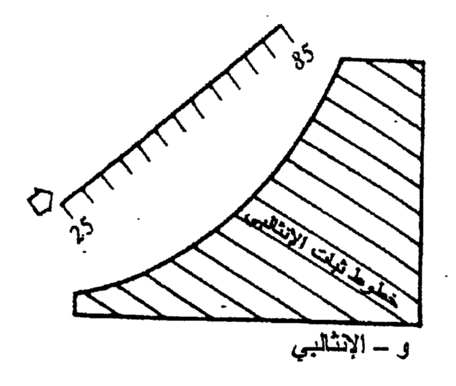
نقطة الندى .



الحجم النوعى على الخريطة السيكرومترية.

٧- الأنثالبى Enthalpy, kj/kg, h

وتقاس الأنثالبى على الخريطة السيكرومترية من التدريج المائل الموضوع خارج الخارطة. وخطوط ثبات الإنثالبى تنطبق تماما على خطوط درجة الحرارة الرطبة وهى الخطوط المائلة ويرمز للأنثالبى بالرمز h وتقاس بوحدات كيلو جول/كجم هواء جاف kJ/kg dry air



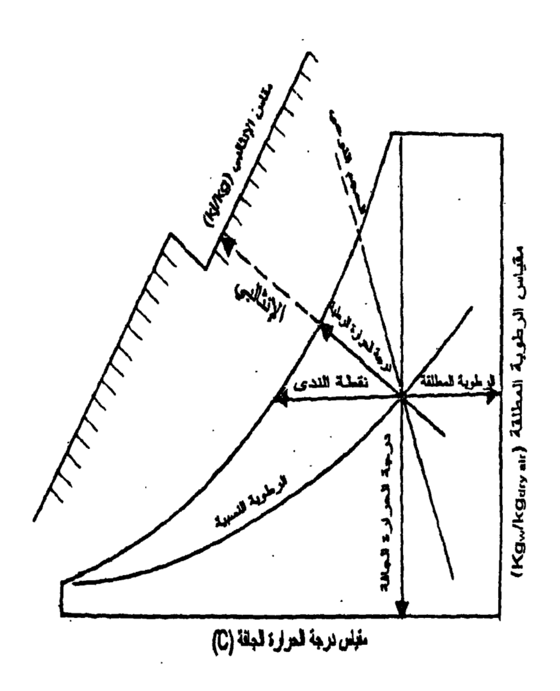
و – الإنثالبي

تحديد حالة الخليط بالخريطة السيكرومترية

يقصد بتحديد حالة خليط الهواء وبخار الماء هو تقدير جميع الخواص الحرارية والطبيعية للخليط. ويلزم لتعيين حالة الهواء معرفة أى خاصيتين من خواص الخليط. ويتم ذلك بتوقيع الخطان المثلان لقيم تلك الخاصيتين على الخريطة ونحدد نقطة

تقاطع هاذين الخطين . نقطة التقاطع هذه تمثل حالة (state) الهواء أو حالـة الخليـط.

ثم نقرأ الخواص السيكرومترية مباشرة من الخريطة



الفصل الثانى
الطاقة فى الزراعة

معدل احتياج العالم من الطاقة فى تزايد مستمر نتيجة لتزايد عدد السكان والنمو الاقتصادى وكذلك زيادة معدل استهلاك الطاقة للفرد. يتساوى فى الوقت الحالى معدل الزيادة فى مصادر الوقود الأحفورى Fossil energy مع الزيادة على الطلب للطاقة أما فى المستقبل سوف يكون هناك نقص . كما أن الاستمرار على ان يكون الوقود الأحفورى هو مصدر الطاقة الأساسى والوحيد وهو بالإضافة إلى كونه غير دائم ومستمر سيؤدى إلى عدة مشاكل منها أن احتراق هذا الوقود سيؤدى إلى تفاقم مشكلة تزايد نسبة ثانى اكسيد الكربون وظاهرة الاحتباس الحرارى greenhouse effect وما ينتج عنها من ارتفاع كبير فى حرارة سطح الأرض وكذلك تلوث البيئة environmental pollution.

وبالرجوع إلى استهلاك العالم من الطاقة خاصة فى العقدين الأخيرين من القرن العشرين وكذلك إلى الدراسات التى أجريت لتحديد المخزون العالمى من مصادر الطاقة التقليدية خاصة الوقود الأحفورى نلاحظ الآتى أنه بين عام ١٩٧٠و ١٩٩٥ كان معدل الزيادة فى استهلاك العالم من الطاقة حوالى ٢,٥٪ فى الوقت الذى كان فيه معدل الزيادة السكانية حوالى ١,٧٪ أما بين عامى ١٩٩٥ و ٢٠١٥ متوقع أن يكون معدل الزيادة فى استهلاك العالم من الطاقة حوالى ٢,٢٪ فى العالم من زيت البترول متوقع أن يكفى الاستهلاك العالمى لمدة ٥٠ عام عند معدل الانتاج فى عام ١٩٩٨. على مستوى العالم فإن مخزون الغاز الطبيعى متوقع أن يكفى الاستهلاك العالمى لمدة ٥٠ عام أما الفحم فيكفى لمدة ١٠٠ عام وذلك عند معدل الإنتاج فى عام ١٩٩٨.

وفيما يلى سوف نستعرض بإيجاز مصادر الطاقة المختلفة سواء التقليدية أو المتجددة خاصة من حيث المكونات وكيفية الحصول على الطاقة منها وكذا عيوب

ومميـزات كـل مصـدر. تنقسـم مصـادر الطاقـة فـى العـالم إلى قسـمين رئيسـين همـا مصادر الطاقة الغير متجددة ومصادر الطاقة المتجددة.

١- مصادر الطاقة الغير متجددة.

Nonrenewable Energy Resources

وتعتبر هذه المصادر محدودة الكمية مهما كثرت وبانتهائها ينتهى مصـدرها ويقع ضمن هذه المصادر التالية.

١- البترول الخام Crude Oil or Petroleum

٢- الفحم Coal

٣- الغاز الطبيعى Natural Gas

٤- اليورانيوم الغير متوالد Non-breeder Uranium

ويعتبر البترول والفحم من أهم هذه المصادر استخداما فى الزراعة ويتوقـع أن يستمـر استخدامها لفترات زمنيـة بعيدة. ويختص البـترول بموقـع خـاص حيـث أن الوقود البترولى السائل (ديزل- جازولين) هو المستخدم فى محركات الاحتراق الداخلى للجرارات والمعدات الزراعية.

- مصادر الطاقة المتجددة Renewable Energy Resources

وهى الطاقة المولدة من مصدر طبيعى غير تقليدى مستمر لا ينـبض أبـدا. ويقع ضمن هذا القسم مصادر الطاقة الآتية:

١- من الحيوان Animal

٢- من الإنسان Man

٣- من الكتل الحيوية Biomass

٤- من الشمس Sun

٥- من المساقط المائية Water falls

٦- من الرياح Wind

٧- من حرارة بطن الأرض

٨- من اليوراتيم المتوالد Uranium 1

٩- من البراكين Borcanoes

وأكثر ما يخص أو يناسب التطبيقات الزراعية من هذه المصادر هى مصادر الطاقة من الإنسان والحيوان والشمس والكتل الحيوية والرياح.وقد استخدم الإنسان ولازال يستخدم هذه المصادر من الطاقة فى الزراعة بنسب متفاوتة تبعا لتوفر هذه المصادر وطبيعة المنطقة وتقدمها التكنولوجى.

اولا: مصادر الطاقة الغير متجددة

Nonrenewable Energy Resources

١ – الفحم: Coal

ويعتبر الفحم أكثر مصادر الطاقة الاحفورية (Fossill) تواجدا فى العالم الا ام مشاكل استخراجه تشكل عقبه فى سبيل اعتباره كبديل للبترول. من المحاولات التي تمت أخيرا تحويل الفحم وهو في باطن الأرض الى سائل او غاز ثم سحبه فى هذه الصورة. يستخرج الفحم من باطن الأرض، وهو أحد المصادر الهامة للطاقة فى هذا العصر. ولا يوجد للفحم تركيب ثابت، فهو خليط من عدة مواد، ويحتوى الفحم على قدر معين ومتغير من الكربون.

ولم يحتفظ الفحم بأهميتة كمصدر للطاقة فى خلال القرن العشرين، وذلك بعد اكتشاف البترول الذى أصبح من أشد المنافسين للفحم فى هذا الزمان، بل حل محله فى كثير من الحالات. ويبدو اليوم أن هذه الصورة ستتغير إلى حد ما،

خاصة بعد أن أشارت كثير من التقديرات إلى احتمال نضرب المخزون من البترول فى باطن الأرض، خلال الأعوام القليلة القادمة.

ويتكون الفحم من باطن الأرض نتيجة لتفحم بقايا النباتات والأشجار، ولذلك يقال أن الفحم يختزن فى داخله الطاقة الشمسية التى تسبق للنباتات أم امتصتها فى أثناء حياتها على سطح الأرض. ونظراً لأن عملية التحول من النبات إلى فحم تحتاج إلى وقت طويل يقدر بملايين السنين، ولذلك يجب المحافظة عليها واستعمالها بحرص شديد وعدم أستنزافها.

ولا يوجد الفحم عاريا على سطح الأرض إلا نادرا. وعندما تكون رواسب الفحم قريبة من سطح الأرض فإنه يمكن عندئذ استخدام الطريقة التى تعرف باسم التعدين السطحى. أما إذا كانت رواسب الفحم على عمق كبير من سطح الأرض ويلزم حفر آبار وصنع أنفاق (مناجم) تصل إلى رواسب الفحم. وتعرف هذه الطريقة باسم التعدين الأرضى.

والفحم الحجرى ثلاثة أنواع تختلف باختلاف الجهات التى يستخرج منها وباختلاف الغرض الذى تستعمل فيه كمان أن هذه الأنواع تختلف فى درجة التفحم وفى نسب تركيبها، فبعضها يحتوى على ٥٠ ٪ كربون والبعض الآخر يحتوى على ٩٠٪ كربون. ويجب أن نعلم أن نسبة الكربون فى الفحم الحجرى هى العامل الرئيسى لمعرفة نوعه.

من أنواع الفحم الطبيعي ما يسمى بالفحم البني (Brown Coal) او اللجنيت (Lignite) وهو ناتج تحليل بقايا نباتات أقدم من الخشب الصخري وتصل فيه نسبة الكربون الى حوالي ٦٨,٥ ٪ والهيدروجين الى ٥,٥ ٪ والأكسجين ٢٥ ٪ والنيتروجين ١ ٪ كما تعادل القيمة الحرارية له ٢٧٢٠٠ كجول / كجرام. وتصل فيه نسبة الكبريت عند استخراجه بين ١ ٪، ٣ ٪.كما تصل فيه نسبة الرطوبة الى ٣٠ ٪

فى الفحم القديم، وحوالي ٥٥ ٪ فى الفحم الجديد. ويستخدم هذا النوع من الفحم عادة استخداما محليا حيث يعتبر مصدر طاقة منخفض القيمة.

من أنواع الفحم الطبيعي ايضا ما يسمى بالفحم القارى (Bituminous Coal) وهو نتاج تكوين بقايا النباتات فى طبقات أعمق ولفترات زمنية أطول. وتقل نسبة رطوبته عن ١٠ ٪. يتولد عن احتراقه طاقة حرارية تساوى او تزيد عن ٣١٤٠٠ كجول / كجرام.

يستعمل الفحم كمصدر للطاقة فى كثير من الصناعات، وفى محطات القوى التى تولد الكهرباء. ويلقى الفحم كثير من المنافسة من بعض مصادر الطاقة الأخرى، خاصة من زيت البترول والغاز الطبيعى هو يلقى مثل هذه المنافسة حديثا من بعض مصادر الطاقة الأخرى، مثل الطاقة النووية والطاقة الشمسية. ومع هذا ما زال الفحم من أهم مصادر الطاقة المستخدمة فى توليد الكهرباء. ويرى البعض أن حل مشكلة الفحم قد يكون فى تحويله إلى وقود غازى أو وقود سائل بطريقة او بأخرى. حتى يستطيع أن يصمد لمنافسة الغاز الطبيعى وزيت البترول.

اولاً: تحويل الفحم إلى وقود غازى

تعتبر طرق تحويل الفحم إلى وقود غازى متعدد الأغراض من أهم طرق تحويل الفحم إلى صور أخرى يسهل استعمالها كمصدر للطاقة. وهناك طريقتين لتحويل الفحم إلى وقود غازى:

أ- الغاز المنتج Producer Gas

يتكون الغاز المنتج عند إمرار تيار من الهواء المحمل بقدر صغير من بخار الماء فوق الفحم المسخن لدرجة حرارة عالية. ويحتوى الغاز المنتج على نحو ٥٠٪ من وزنه من غاز النتروجين، كما يحتوى على كل من غازى الهيدرو جين وأول أكسيد

الكربون. لذلك فإن القيمة الحرارية للغاز المنتج تكون منخفضة نسبيا نظرا لأن غاز النتروجين لا يقبل الاشتعال. ويستعمل الغاز المنتج فى بعض العمليات الصناعية.

ب- غاز الماء Water Gas

يعرف هذا الغاز أحيانا باسم (الغاز الآزرق) لأنه يشتعل بلهب أزرق. ويتكون غاز الماء عند امرار تيار من بخار الماء المحمص، أى المسخن لدرجة تزيد عن ١٥٠ ٥ فى خلال الفحم الساخن لدرجة حرارة عالية تزيد عن ١٢٠٠ ٥ م. ويتكون غاز الماء من خليط من غازى الهيدروجين وأول اكسيد الكربون وكليهما يقبل الاشتعال.

$$C+H_2O \rightarrow CO+H_2$$

ولذلك فإن القيمة الحرارية لغاز الماء تزيد عن القيمة الحرارية للغاز المنتج بحوالى الضعف ويحتوى غاز الماء على نسبة صغيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون.

ويتم إثراء هذا الغاز فى بعض الأحيان بإضافة بعض لبخرة المقطرات الخفيفة للبترول، أو قليل من الغاز الطبيعى إليه، لرفع قيمته الحرارية. ويعرف ها الخليط باسم غاز الماء الهيدروكربونى وهو يستعمل فى بعض المدن الأوربية فى عمليات التدفئة والتسخين فى المنازل. وقد يحول إلى كحول ميثيلى الذى يدخل فى العديد من الصناعات الكيمياوية.

$$CO+2H_2 \rightarrow CH_3OH$$

جـ- تغويز الفحم فى باطن الأرض Under Ground Gasification

تتلخص هذه الطريقة فى تحويل الفحم إلى غاز وهو فى باطن الأرض دون الحاجة إلى استخراجه بطرق التعدين المعروفة. وتوفر هذه الطريقة كثير من التكاليف، فهى تتخلص تماما من تكاليف استخدام الفحم من باطن الأرض كما أنها توفر تكاليف نقله إلى مراكز التصنيع المختلفة.

وتتضمن هذه الطريقة حفر آبار مائلة تصل بين سطح الأرض وبين رواسب الفحم، ثم يشعل الفحم ويدفع الهواء فى أنابيب إلى هذه الرواسب، ويعود مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق أنابيب أخرى، حاملا معه غازات الفحم التى تدفع

بعـد ذلـك لاسـتخدامها فـى إدارة الآلات. وتعتـبر هـذه الطريقـة كثـيرا فـى استغلال رواسب الفحم التى قد توجد عمق كبير، أو توجد هذه الرواسب تحت صخور صلبة، أو يكـون حجمهـا غـير اقتصـادى أو مـن النـوع متوسـط الجـودة، فتكـون تكـاليف استخراجها من باطن الأرض أكثر بكثير من قيمتها الاقتصادية.

ثانياً: تحويل الفحم إلى وقود سائل:

وتتضمن هذه الطريقة خلط مسحوق الفحم بـبعض الزيـوت الثقيلـة، ثـم يضـاف إلى هـذا الخلـيط حـافز مثـل أمـلاح القصـدير ويمـرر فيـه تيـار مـن غـاز الهيدروجين تحت ضغط معلوم وعند درجـة حـرارة ٤٥٠ ^{o} م، وينـتج مـن هـذا العمـل سائل ثقيل يتم تجزيئه إلى عدة مقطرات ومنها الجازولين وزيت الوقود وينـتج مـن هذه الطريقة كذلك بعض الغـازات الهيدروكربونيـة وبعـض المواد العضـوية الأخـرى مثل البنزين والأيثلين والنفتالين، وهى تعتبر مواد أولية وتـدخل فـى تحضير كثير من الأدوية والأصباغ وما إلى ذلك.

٢- البترول الخام : Petroleum (Crude oil)

يعتبر زيت البترول من أهم مصادر الطاقـة فـى هـذا العصـر، بـل هـو يعتـبر بحق من مقومات حضارتنا الحديثة، ولهذا يطلق عليه أحيانـا اسـم (الـذهب الأسـود) تشبيها له بالذهب فى قيمته وأهميته. ولا تعرف على وجه التحديـد الطريقـة التـى تكون بها زيت البترول فى باطن الأرض، ولكن هناك عدة نظريـات تتنـاول الطريقـة التى نشأ بها ذلك السائل الهام. والنظرية السائدة، والتى تلقى قبولاً لدى كافة العلماء، هى تلك النظرية التى تفترض أن زيت البترول قد نشأ نتيجة لتحلل البقايا النباتية والحيوانية تحت ظروف قاسية من الضغط والحـرارة. ويوجـد البـترول تحـت سـطح الأرض فى طبقات الصخور المسامية مثل الصخور الجيرية أو الحجر الرملـى، وعنـدما تحـيط الصـخور الصـلدة غـير المسـامية بهـذه الطبقـات، يمنـع تسـريب الزيـت فيهـا

ويتكون ما يعرف المكمن، ويبقى الزيت مخزونا فيه حتى يتم الوصول إليه بحفر الآبار. وعادة ما يجتمع فى هذه المكامن كل من زيت البترول والماء الملح والغاز الطبيعى، ويتكون فيها جميعا طبقات ثلاث. أما الغاز الطبيعى يكون فى الطبقة العليا، على حين يجتمع الماء فى طبقة سفلى، ويقع زيت البترول بينهما فى الطبقة الوسطى. وعند حرف بئر للوصول إلى مكمن زيت البترول فى باطن الأرض فإن ضغط الغاز الموجود بالمكمن وضغط الغاز الذائب فى الزيت، يدفع الزيت من فوهة البئر بعنف شديد على هيئة نافورة قد يصل ارتفاعها إلى عشرات الأمتار فوق سطح الأرض.

النفط الخام عبارة زيت البترول سائل أسود وكثيف سريع الاشتعال، وهو يتكون من خليط من المركبات العضوية التى تتكون أساسا من عنصرى الكربون والهيدروجين وتعرف باسم الهيدروكربونات. وتبلغ نسبة الهيدروكربونات فى بعض أنواع البترول نحو ٥٠ ٪ من تركيبه الكلى، وقد تصل فى بعض الأنواع الأخرى إلى ٩٨٪، ويحتوى زيت البترول كذلك على بعض المواد العضوية الأخرى التى تحتوى جزيئاتها على الأكسجين والنتروجين والفوسفور والكبريت.

اكتشف وجود البترول لأول مرة فى ولاية بنسلفانيا بأمريكا عام ١٨٥٩، وتختلف خصائص البترول الخام من منطقة إلى أخرى ويتبع اى نوع عادة واحد من ثلاثة أقسام هي – بترول خام له اساس اسفلت (Asphalt – base crudes) او بترول خام له أساس بارافين (Paraffin – base crudes) او بترول خام له أساس مختلط (Mixed – base crudes)- الأول ثقيل له لون قاتم والمنتج النهائى له فى نهاية التكرير الإسفلت كما انه ينتج كميات بسيطة من المنتجات البترولية الخفيفة كالجازولين والكيروسين وينتج كميات كبيرة من الزيوت الثقيلة المستخدمة فى التشحيم والتزييت. والنوع الثاني اخف فى الوزن واللون والمنتج النهائي له يستخدم فى أنتاج شمع البارافين وإنتاجه من المنتجات الخفيفة أكثر ومن

الثقيلة اقل. أما النوع الثالث المختلط فناتجة النهائي يحتوى على أسفلت وبارافين.عن مزيج من مركبات هيدروكاربونية مختلفة تتفاوت في اوزانها النوعية ودرجات غليانها .

والبترول الخام عبارة عن خليط من مركبات هيدروكربونية عديدة تحتوى تقريبا على ٨٤ ٪ بالوزن كربون، ١٥ ٪ هيدروجين وحوالى ١ ٪ نيتروجين واكسجين وكبريت. وقد تزداد نسبة الكبريت او تقل من مكان لأخر. فيقال بترول منخفض الكبريت عندما تكون نسبة الكبريت مساوية او تقل عن ٠,٥ ٪ بالوزن. ويقال بترول كبريتى عندما تقع نسبة الكبريت بين ٠,٥، ١,٠٠ ٪ ويقال مرتفع الكبريت عندما تزداد نسبة الكبريت عن ١ ٪. تتراوح كثافة البترول الخام النسبية بين ٠,٧٥١، ١,٠٠. تتراوح الكثافة النسبية للبترول الخام بين ٠,٧٥١، ١,٠٠ كما ان الطاقة الحرارية المتولدة منه تصل الى ٤٦٥٠٠ كجول / كجم.

والطريقة المستخدمة حاليا فى كل حقول البترول هى طريقة الحفر الدائرى ويتم إقامة منصة حول منطقة الحفر، يركب عليها برج خاص يستخدم فى عملية الحفر وفى إنزال الأنابيب ى جوف البئر. ويعتبر عملية نقل البترول من أهم خطوات صناعة البترول. وقد كان البترول ينقل فيما مضى بواسطة الناقلات التى تحمل البراميل. أو عن طريق السكك الحديدية خاصة عندما تكون حقل البترول ومعمل تكريره متقاربة. والآن يتم نقل البترول تحت سطح الأرض لمسافات طويلة بواسطة خطوط أنابيب خاصة ويتم نقله بين القارات عن طريق البحر بواسطة السفن خاصة تعرف باسم ناقلات البترول.

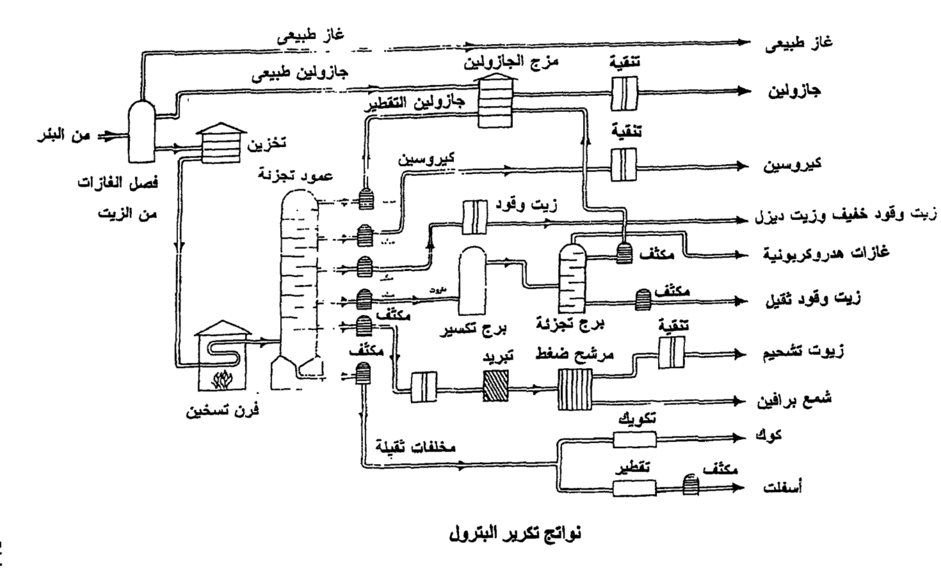
وتنقسم العمليات الأساسية التى تجرى فى معمل التكرير إلى قسمين رئيسين، القسم الأول منها يتضمن عمليات التقطير والتجزئة، والقسم الثانى يشتمل على عمليات التكسير لتحويل المقطرات الثقيلة إلى مقطرات خفيفة. وتتم

عملية التقطير التجزيئى للزيت الخام إلى بداية خط التكرير، وتخرج المقطرات المطلوبة من نهايته بشكل مستمر، ويمكن تكرير آلاف الأطنان من الزيت الخام فى اليوم..

ويسخن الزيت الخام المراد تقطيره بإمراره فى أنابيب حلزونية داخل أفران خاصة فترتفع درجة حرارته إلى ٤٠٠-٤٥٠ ْم ثم يدفع هذا الزيت الساخن الذى يكون فى هذه الحالة على هيئة خليط من السائل والبخار، إلى الجزء الأسفل من برج التجزئة، فتتطاير الأجزاء الخفيفة إلى قمة البرج،وتتجمع الأجزاء الثقيلة فى قاع البرج، وبرج التجزئة عبارة عن أسطوانة طويلة من المعدن تقف فى وضع رأسى وقد يبلغ ارتفاعه نحو ثلاثين متراً. ويحتوى هذا البرج على عديد من الرفوف على فتحات خاصة مصممة بطريقة تسمح بمرور أبخرة المواد المتطايرة خلالها لتصعد إلى الرفوف العليا، بينما تتجمع السوائل المتكثفه على سطوحها وتعود إلى الرفوف السفلى.

وعلى هذا الأساس، فإن أبخرة الزيت الخام تدخل فى الجزء الأسفل من برج التجزئة، تنقسم إلى عدة أجزاء، فالهيدروكربونات ذات السلاسل القصيرة والتى تكون درجة غليانها منخفضة، تكون هى الأكثر تطايراً، وتمر على هيئة بخار صاعد إلى قمة برج التجزئه، على حين تتكثف ابخرة السوائل الهيدروكربونية الأقل تطايراً، وتتجمع على الرفوف فى منتصف البرج، بينما تتجمع السوائل ذات درجات الغليان المرتفعة من قاعدة البرج.

ويتضح من ذلك أن قمة برج التجزئة هى أبرد مكان فيه، وتخرج منها أبخرة المقطرات الخفيفة (المتطايرة) التى لم تتكثف داخل البرج، وبعد أن يتم تبريد هذه الأبخرة فى مكثفات خاصة، وتفصل منها الغازات، تتحول إلى سائل الجازولين .



نواتج تكرير البترول

ويجمع الكيرو..ين من المنطقة التى تقع أسفل قمة البرج، ثم تجمع زيوت الوقود من المنطقة الوسطى، وتجمع الزيوت الثقيلة فى الجزء الأسفل من البرج، ويتم تقطير هذه الزيوت الثقيلة فيما بعد تحت ضغط مخلخل حتى لا تتفحم بالحرارة، وتفصل منها الزيوت التشحيم منها زيوت التشحيم وشمع البرافين. أما المخلفات الثقيلة التى تتبقى فى قاع البرج، فيتم سحبها وتعامل معاملة خاصة وينتج منها الأسفلت والبتيومين والكوك. وبالرغم من اختلاف تركيب زيوت البترول المستخرجة من مناطق مختلفة، إلا أن جميع هذه الزيوت الخام تخضع لعملية تكرير وتجزئة مماثلة، وتفصل إلى قطفات أو أجزاء تستخدم فى مختلف الأغراض. وفيما يلى بعض النواتج الرئيسية التى يمكن الحصول عليها فى أغلب عمليات تكرير البترول.

- الجازولين: الجازولين هو الاسم المستعمل حاليا لبنزين السيارات، وهو يعتبر من أهم نواتج تقطير زيت البترول، فهو يستعمل وقودا فى محركات الاحتراق الداخلى ويزداد الطلب عليه فى كل مكان نظرا لانتشار استخدام السيارات فى عمليات النقل وفى المواصلات. ويمثل الجازولين نحو ٤٠-٤٥٪ من زين البترول وهو ينتج أما بالتقطير المباشر للبترول الخام أما عن طريق بعض العمليات الأخرى غير المباشرة مثل عمليات التكسير والبلمرة وغيرها.

ويتكون الجازولين من خليط من عدة هيدروكربونات، تتكون جزيئاتها من سلاسل قصيرة من الكربون، ويتراوح عدد ذرات الكربون فى كل سلسلة من خمس ذرات إلى تسع أو عشر ذرات. ويستهلك ٩٠ ٪ من الجازولين المنتج على المستوى العالمى، فى إدارة محركات السيارات والشاحنات والجرارات بينما يستهلك القدر الباقى وهو لا يزيد على ١٠٪ فى إدارة محركات الطائرات وغيرها من الآلات.

- الكيروسين: يمثل الكيروسين القطفة التالية تفصل بعد الجازولين فى عملية التقطير التجزئى. وحتى عام ١٩٠٩، كان الكيروسين يمثل نحو ٣٣٪ من مجموع مقطرات البترول، وكان يستخدم فى عمليات الأضاءة قبل استخدام الكهرباء، ثم تناقصت الكميات المستخدمة منه تدريجاً حتى وصلت اليوم إلى نحو ٣٪ فقط وأصبح

يستخدم في بعض المجالات الضيقة مثل عمليات التسخين أو الطهى فى المنازل فى بعض الدول، كما استعمل وقودا فى الطائرات النفاثة.

- **زيت الديزل:** يطلق هذا الاسم على بعض المقطرات التى تزيد درجة غليانها قليلا على الكيروسين، وتستخدم هذه المقطرات فى إدارة محركات الديزل المستخدمة فى الشاحنات وفى السفن وفى القاطرات، وكذلك فى بعض محطات الكهرباء. وقد ازداد الطلب على زيت الديزل، وتبلغ الكميات المنتجة حاليا مكن زيت الديزل مئات الملايين من البراميل كل عام.

- **زيت الوقود الخفيف:** يستخدم هذا الزيت فى عمليات التسخين وفى الأفران وفى بعض الصناعات وهو يعتبر أحد الهامه لصناعة البترول.

- **زيت الوقود الثقيل:** يعرف أحيانا باسم المازوت، وهو زيت ثقيل يستعمل فى عمليات التسخين وفى الأفران فى بعض الصناعات، كما يستخدم كوقود لمراحل بعض السفن وكثافته ٠,٨٨ - ٠,٩٥ جم/سم٣ ويعتبر زيت الوقود من أرخص منتجات البترول، بالإضافة لأنواع الوقود السابق فهناك بعض منتجات البترول منها:

- **زيوت التشحيم:** تمثل هذه الزيت نسبة نسبة صغيرة من منتجات البترول، وتتصف هذه الزيوت بقدرتها العالية على الاحتمال، وبمقاومتها لتأكسد، وهى تستعمل فى تشحيم الأجزاء المتحركة فى الآلات. وهذه الزيوت متعددة الأنواع، فمنها ما يستخدم فى تشحيم آلات .ومنها أنواع خاصة تستخدم فى تشحيم الآلات المستعملة فى صنع المواد الغذائية إلى غير ذلك من الأنواع، ولكل نوع من هذه الأنواع مواصفاته الخاصة.

- **الشحوم:** تختلف هذه المواد عن زيوت التشحيم، فهى مواد شبه جامدة فى درجات الحرارة العادية. وتستخدم هذه الشحوم فى تشحيم المحاور، وأجزاء الآلات التى تدور بسرعة كبيرة وتتعرض كبيرة لدرجات حرارة عالية، والتى لا تصلح لها زيوت التشحيم وذلك لأن الشحوم تتصف بثباتها الكيميائى ومقاومتها لظروف التشغيل القاسية.

- الشمــوع: يعرف نوع الشمع الذى ينتج البترول بشمع البرافين، وهى تفصل عادة من زيوت التشحيم بتبريدها إلى درجة حرارة منخفضة وتترك فترة حتى يتجمد ما بها من شمع. وتستعمل هذه الشموع فى كثير من الأغراض، فقد تستخدم فى صنع بعض قوالب الصب، أو فى صنع الورنيش، أو لإنتاج شموع الإضاءة، كما تستعمل أيضا فى صنع أنواع من الورق الصامد للماء الذى يستخدم فى تعبئة اللبن وفى تغليف الخبز إلى غير ذلك من الأغراض.

- الأسـلفت: الأسفلت هو عبارة عن الجزء الثقيل الذى يختلف من عمليات تقطير البترول الخام، وهو يستخدم أساسا فى رصف الطرق وفى عزل الأسقف والجدران عن مصادر الرطوبة.

- كـوك البترول: ويستخدم كوك البترول كمصدر للحرارة فى عمليات التسخين فى الصناعة كما يستخدم عامل اختزال فى بعض الصناعات الفلزية، وفى صنع كربيد الكالسيوم الذى يحضر منه غاز الأستيلين، وفى غير ذلك من الأغراض.

- السنـــاج: السناج عبارة عن دقائق متناهية فى الصغر من الكربون ، وهو يحضر بحرق بعض غازات البترول حرقا غير كامل، أى فى وجود قدر غير كاف من الأكسجين كما يحضر جزء كبير من هذا السناج من عملة التكسير. ويستعمل فى صنع أحبار الطباعة وبعض أنواع الطلاء كما يستخدم فى صنع أطارات السيارات وفى بعض الأغراض الأخرى.

- الغــــازات:

يتصاعد كثير من الغازات فى أثناء عمليات تكرير زيت البترول خاصة فى عمليات التكسير ويتنوع تركيب هذه الغازات، فهى قد تحتوى على الهيدروجين والميثان والبروبان والبيوتان وهى هيدروكربونات مشبعة، كما قد تحتوى كذلك على قدر كبير من بعض الغازات غير المشبعة مثل الإيثلين والبروبلين والبيوتلين. ويتم عادة فصل الغازات غير المشبعة من هذا الخليط، وهى تستخدم فى صنع أنواع متعددة من المواد الكيمائية التى تحتاجها الصناعات الكيميائية المختلفة. أما الغازات

البرافينية المشبعة مثل البروبان والبيوتان، فيتم أسالتها وتعبئتها لأستخدمها وقودا في المنازل تحت اسم البروجاز والبوتاجاز، كما يتم إضافتها أحيانا إلى غاز الفحم لزيادة قيمته الحرارية.

٣-الغاز الطبيعي Natural Gas

استخدام الإنسان الغازات كمصدر من مصادر الطاقة منذ زمن ليس بالقصير، خاصة تلك الغازات الناتجة من الفحم، مثل غاز الفحم وغاز الماء. وقد استخدم الإنسان الغاز الطبيعي وقوداً في السنوات الأخيرة، واعتمد عليه جزئيا في بعض عمليات التدفئة والتسخين، كما استعمله في بعض الصناعات وفي توليد الكهرباء. ويعتبر الغاز الطبيعي من أكثر أنواع الوقود استخداماً لسهولة نقله واستخدامه وارتفاع قيمته الحرارية.

لا توجد حاليا فكرة واضحة عن الكيفية التي نشأ بها هذا الغاز في باطن الأرض. ونظراً لوجود هذا الغاز في أغلب الأحوال مصاحبا لزيت البترول، وقد أصبح من المعتقد أن الغاز الطبيعي يمثل مرحلة من المراحل التي مرت بها بقايا الكائنات الحية في أثناء تحويلها إلى زيت البترول بتأثير الضغط المرتفع والحرارة العالية في باطن الأرض.

ويستخرج الغاز الطبيعي من باطن الأرض بنفس طريقة الحفر المستخدمة في استخراج البترول. والغاز النقي لا لون له ولا رائحة، وهو يصلح للاستخدام وقوداً بطريقة مباشرة، أي يستعمل كما هو دون معالجة، وعادة ما تضاف إلى هذا الغاز أحدى المواد العضوية ذات الرائحة المميزة حتى ينتبه الناس لأي تسرب يحدث في خطوط الأنابيب التي تنقل هذا الغاز، وذلك كي يصبح استعمال هذا الغاز أكثر أماناً.

ويتكون الغاز الطبيعى أساساً من غاز الميثان الذى تبلغ نسبته فى الغاز الطبيعى حوالى ٩٣٪ بجانب بعض الهيدروكربونات الأخرى مثل الإيثان والبروتان والبيوتان وقد يفصل غازى البروتان والبيوتان من الغاز الطبيعى ويحفظان فى حالة سائلة فى اسطوانات من الصلب ويستخدم كوقود تحت اسم البوتاجاز.

ويستخدم الغاز الطبيعى اليوم كمصدر للطاقة فى كثير من الدول، وهو يشغل المرتبة الثالثة بعد زيت البترول والفحم. ويستعمل الغاز الطبيعى فى جمهورية مصر العربية فى بعض الصناعات كما فى مصنع سماد اليوريا بأبى قير، كما يستعمل فى أغراض الطهى والتسخين بالمنازل فى القاهرة الكبرى والإسكندرية والمحافظات الكبرى عن طريق شبكة من الأنابيب. ويستخدم الغاز الطبيعى أيضاً كوقود نظيف فى كثير من السيارات ووسائل النقل حالياً فى مصر.

ثانيا : مصادر الطاقة المتجددة

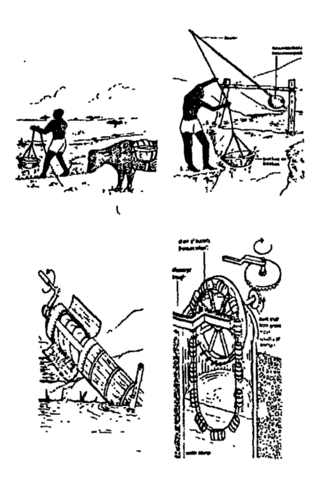
Renewable Energy Resources

١- الطاقة من الإنسان Human Energy

يعتبر الإنسان من مصادر الطاقة المتجددة والحيوية لكثير من المجتمعات النامية وغير النامية، ويعتبر الإنسان آلات كيميائية أو محولات طاقة كيميائية حيث تحول الطاقة المستمدة من الغذاء كيميائيا إلى طاقة حرارية أو طاقة ميكانيكية.

والمقصود بالقوى البشرية هى القوى العضلية للإنسان وتعتبر هذه القوى هى المصدر الرئيسى لمصادر القوى فى الزراعة فى البلاد النامية، وهى اقل أنواع القوى الزراعية كفاءة وأكثرها تكلفة. وقدرة الإنسان التى يمكن أن يبذلها فى أداء عمل مستمر محدودة وبسيطة حيث تقدر بحوالى ٠,١ حصان (٠,٠٨ كيلووات) بمتوسط ١٠ ساعات عمل يومياً، أى أن الإنسان المتوسط الذى يعمل ١٠ ساعات يومياً، ٦

أيام أسبوعيا يتيح ما يعادل ٢٤٠ كيلووات. ساعة فى العام. وتعتمد هذه القوى على الظروف الجوية المحيطة وكذلك على طبيعة الغذاء، كما أن سرعته فى أداء العمل بطيئة ويتطلب وقتاً للراحة والغذاء. ويمكن للإنسان استخدام قوته مباشرة فى الجر والدفع والرفع والكبس والحمل والنثر كما يمكنه استخدام قوته بطريقة غير مباشرة وذلك عن طريق استخدام المعدات اليدوية التى تساعده فى مضاعفة قوته، ويجب أن تستغل القدرة البشرية فى العمليات التى يستفاد فيها من مقدرة الإنسان على التمييز والتفكير مثل ضبط الأجهزة والآلات أثناء تشغيلها.



نماذج استخدام القدرة البشرية فى الزراعة

٢- الطاقة من الحيوان Animal Energy

كانت الحيوانات المصادر الأساسية للقدرة المستخدمة فى العمليات الزراعية حتى ظهرت الطفرة فى مجال الميكنة الزراعية مع بداية القرن العشرين، واستعمال الحيوانات مثل الثيران والأبقار والجاموس والبغال والخيول كمصادر للقوى الزراعية لا يزال موجودا حتى وقتنا هذا فى عدد كبير من الدول إلا أن انتشار الجرارات الزراعية والمحركات الحرارية والموتورات الكهربائية فى الوقت الحاضر قد حد من مجال استعمالها.

وتعتمد كمية الطاقة التى يمكن الحصول عليها من الحيوان على وزنه ومدى تحمله لإستمرارية العمل، والحيوانات بصفة عامة غير مناسبة للعمليات الثابتة وتستخدم الحيوانات بكثرة خاصة فى البلاد النامية فى عمليات النقل، كما تستخدم لإدارة روافع المياة ومطاحن طحن الحبوب.

وتقوى الحيوانات على شد أحمال أضعاف أكثر من الأحمال التى يمكن حمله وتقدر القدرة المتوسطة للحيوان التى يستطيع بذلها بصفة مستمرة بحوالى ٠,٨ حصان ميكانيكى (٠,٦ كيلووات)، وتعتبر هذه القدرة أكثر كثيراً من القدرة العضلية للإنسان إلا أنها تعتبر ضئيلة جداً عند مقارنتها بقدرة المحركات الحرارية، هذا علاوة على أن الحيوان لا يستطيع العمل فى جميع الظروف الجوية وجميع الأوقات ويحتاج إلى وقت للراحة والغذاء وكذلك الرعاية البيطرية هذا بالإضافة إلى راحة أثناء فترة الحمل والرضاعة، كما أن سرعة تشغيل الحيوان محدودة ومنخفضة نسبياً ولا تزيد عن ٤ كم/ساعة. وتعتمد القدرة المتاحة من الحيوانات على نوع الحيوان، التغذية، وطريقة الشبك. تعتمد كمية الطاقة التى يمكن الحصول عليها من الحيوان

على وزنه واستمراريه العمل فقد اظهرت بعض الدراسات فى جامعة ولاية ايوا الآتى:

- يمكن للحصان ان يبذل قوة شد تعادل ١٠٪ الى ١٢,٥٪ من وزنه لمسافه ٣٥ كيلو متر / يوم دون ارهاق.
- يمكن للحصان الذى يصل وزنه ٦٨٠ الى ٨٦٠ كيلو جرام ان يجر حمل بما يعادل ١,٠٠ حصان ميكانيكى لفترات تصل الى اليوم.
- يمكن للحصان انجاز شد اقصى يصل الى ٠,٦ الى ١,٠٠ من وزنه الحقيقى لفترة ثوان ولمسافة قصيرة (١٠ متر). يعنى هذا ان الحصان يمكنه ان يعطى حوالى ١٠ حصان ميكانيكي لفترة صغيرة جدا.

الحيوانات بوجه عام غير مناسبة للعمليات الثابته. وتستخدم الحيوانات بكثرة خاصة فى البلاد النامية فى عمليات النقل، كما تستخدم لادارة روافع المياه ومطاحن طحن الغلال.



نموذج لاستخدام القدرة الحيوانية فى الزراعة

٣- الطاقة الشمسية Solar Energy

من أهم مميزات الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة أنها غير ملوثة للبيئة كما انه من أكثر عيوبها عدم استمرارية المصدر المباشر حيث لا يمكن استخدامها مباشرة في فترة الليل كما تعتمد قوة المصدر على الظروف الجوية التي يصعب التحكم فيها (وجود سحب – أتربة –الخ) لذلك فالبحث في تخزين هذه الطاقة من أهم موضوعات استخدام الطاقة الشمسية كمصدر ثابت للطاقة.

منذ وجد الإنسان أدراك أهمية الطاقة الشمسية بالنسبة للنمو الجسدى وبالإضافة إلى استخدامها فى حياتها اليومية، والحديث عن الطاقة الشمسية يقودنا إلى تحديد (الحزام الدافئ) الذى فيه تتوافر كميات ضخمة من الطاقة، ويتراوح عدد ساعات سطوع الشمس سنوياً بين ٣٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ ساعة فى هذه المنطقة التى تقع بين خطى عرض ٤٠ شمالاً وجنوباً ويتراوح متوسط الإشعاع الشمسى بين ٥ إلى ٦,٤ كيلووات. ساعة لكل متر مربع يومياً، فى هذا الحزام تقع معظم الدول النامية، وقد أوضحت الدراسات أن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض المصرية ٦,٥ كيلووات. ساعة / متر٢ / يوم، وأن عدد ساعات السطوع الشمسية تبلغ ٣٣٠٠ ساعة، وهذا يعتبر أعلى المعدلات فى العالم. ويجب استغلاله فى مجالات الحياة المختلفة. وفيما يلى صور الطاقة الشمسية.

نظم تحويل الطاقة الشمسية لاستخدامها في مجال الزراعة

- التمثيل الضوئي للنبات: Photosynthesis

تمتص أنسجة النبات الخضراء الجزء المرئي من الطاقة الشمسية لاستخدامها فى اختزال ثاني أكسيد الكربون بالجو المحيط وتكوين كربوهيدرات بمساعدة بخار الماء

الجوى. اى ان النبات يقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى مخزون من الطاقة الكيميائية فى صورة غذاء يعتمد عليه كل من الانسان والحيوان ويحوله كيميائيا الى طاقة مخزنه فى جسم الانسان والحيوان والذى يحولها الى طاقة حرارية يحافظ بها على درجة حرارة جسمه وطاقة ميكانيكيه داخليه لتشغيل أعضاء الجسم وطاقة ميكانيكيه خارجية لا نشطة حياته اليومية الحركية. اى ان النبات والانسان او النبات والحيوان يكونان محول كيميائي طبيعي للطاقة الشمسية الى طاقة حرارية وميكانيكية. الا ان كفاءة هذا النظام فى التحويل منخفضة جدا. فكفاء ة استخدام النبات للطاقة الشمسية وتحويلها الى مادة غذائية تصل فى النبات الناضج الى حوالي ١ ٪ والنبات بوجه عام حوالي ٠,٥ ٪. وذلك بالإضافة الى ان كفاءة الانسان او الحيوان فى تحويل الغذاء الى طاقة ميكانيكية منخفضة جدا. قد تصل كفاءة النظام ككل الى اقل من ٠,٠٥ ٪.

- **الطاقة الحرارية : Heat Energy**

تستخدم الشمس مباشرة كمصدر للطاقة الحرارية لأغراض عديدة فى مجال الزراعة. تستخدم فى عمليات تسخين الهواء والماء داخل المنازل وحظائر الماشية والدواجن وتستخدم فى دورات التبريد بالامتصاص وتستخدم فى تسخين وسط الزراعة المحمية كالصوب الزجاجية والبلاستيكية. تستخدم فى تسخين الهواء لعمليات تجفيف المحاصيل وتستخدم فى تسخين الماء اللازم فى عمليات تصنيع غذائي عديدة. كما تستخدم فى تحليه مياه البحر لاستخدامها فى الشرب ولأغراض اخرى.

(أ) استغلال الطاقة الشمسية فى تسخين المياة:

تسخين المياة لأغراض التنظيف والغسيل باستغلال الشمس مباشرة عن طريق المجمعات الشمسية والمرايا العاكسة دون تحويلها إلى أى شكل آخر من

أشكال الطاقات. وهذا النوع يمكن استخدامه لأغراض التسخين المنزلى والتجارى وهو أرخص وأنظف أنواع الطاقة على الإطلاق.

(ب) استخدام الطاقة الشمسية فى التبريد (التبريد الشمسى):

يعتبر التبريد الشمسى من أحسن الاستخدامات للطاقة الشمسية فى المناطق النائية والحارة فمع توفر مصادر الطاقة المتجددة فإنه يمكن أن تعمل دورات التبريد المستخدمة حاليا وهى دورة التبريد بالضغط البخارى أو دورة التبريد بالامتصاص وكلا الطريقتين مستخدمتين فى التبريد الشمسى فى الوقت الحالى. ومن أهم استخدامات التبريد الشمسى هو تبريد مخازن تخزين الخضروات والفاكهة حيث يمكن أقامتها فى منطقة إنتاج هذه الخضروات ولا يتطلب الأمر سوى أقامة الثلاجة التى يعمل بدورة الامتصاص بالطاقة الشمسية كما أن درجة الحرارة اللازمة للتخزين تتراوح بين ٥ إلى ٨ درجة مئوية.

(جـ) تجفيف المنتجات الزراعية:

تستخدم أجهزة التجفيف الشمسى لضبط عملية التجفيف للمنتجات الزراعية أم بواسطة سطح شفاف على سطح الأرض المجفف يشبه الصوب الزراعية أو يسحب الهواء فى سخان شمسى حتى يدفع إلى غرفة التجفيف تيار الهواء المسخن حيث يكون المنتج الزراعى موزعا داخلها.

أولاً: التجفيف الطبيعى بواسطة الطاقة الشمسية.

هذا النوع من المجففات يتكون من خزان للحبوب محاط من جوانبه بمجمعات للطاقة بحيث يتم تجفيف الحبوب عند اندفاع الرياح لتمر على مجمعات الطاقة الشمسية لترفع درجة حرارة الهواء بضعة درجات مئوية مما يؤدى إلى زيادة قدرة الهواء على امتصاص الرطوبة من الحبوب.

ثانياً: التجفيف بواسطة هواء مدفوع مسخن بالطاقة الشمسية.

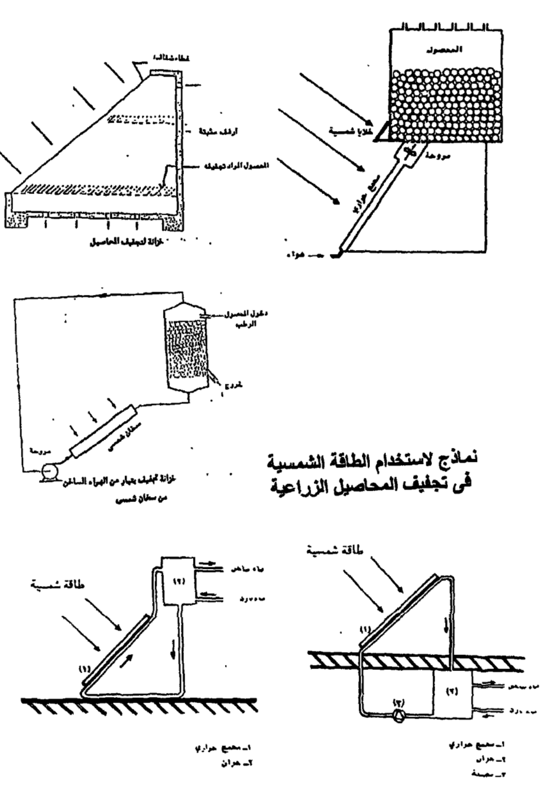
يتكون نظام التجفيف بهواء مسخن بالطاقة الشمسية من مراوح لدفع الهواء خلال مجمع للطاقة الشمسية من النوع المسطح لترتفع درجة حرارته ويمر على خزان الحبوب لا نتزاع الماء وتخفيض المحتوى الرطوبى للحبوب. وتتوقف درجة ارتفاع حرارة الهواء على معدل دفع الهواء فى جهاز امتصاص الأشعة الشمسية ومساحتة وزاوية ميلة وتوجيهه حيث أن الاتجاه الجنوبى أكفأ من حيث امتصاص مجمع الطاقة الشمسية لأكبر قدر من الأشعة الشمسية الساقطة وكذلك على أبعاد خزان الحبوب ومساحة الأرضية وارتفاع الحبوب والمحتوى الرطوبى للحبوب الابتدائى والنهائى وكذلك على نوع الحبوب المراد تجفيفها.

(د) استخدام الطاقة الشمسية فى تحلية المياة:

تعتمد فكرة استخدام الطاقة الشمسية لتحلية مياة البحر على صنع حوض للمياة المالحة يتعرض للأشعة الشمسية مغطى بسطح شفاف ويسمح بمرور أشعة ولا يسمح بخروج بخار الماء الناتج حيث تم تكثيفه على سطح الزجاج الداخلى. وتتراوح إنتاجية المتر المربع ما بين ٣ إلى ٥ لتر من الماء العذب يوميا لذلك يحتاج هذا النوع من المقطرات الشمسية إلى مساحات شاسعة لاقامتها لتوفير القدر المناسب من المياة العذبة.

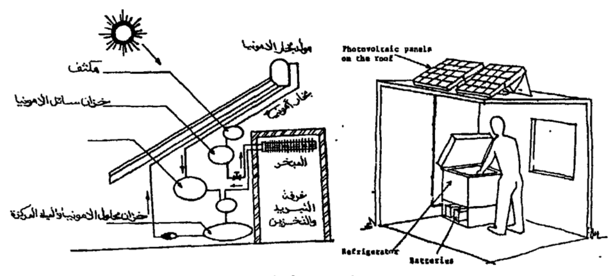
(هـ) استخدام الطاقة الشمسية فى الطهى (مواقد الطهى):

موقد الطهى الشمسى عبارة عن صندوق صغير معزول جيداً من الجوانب والقاع مزود بغطاء زجاجى شفاف ويوضع بداخله الإناء المراد طهو الطعام فيه ويفضل أن يكون سطحه غير لامع أو من الزجاج ليساعد على امتصاص الحرارة وقد تصل درجة الحرارة إلى ١٠٠ درجة مئوية بداخل الموقد.

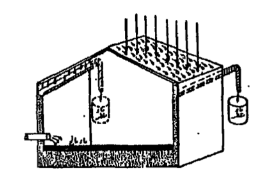


نماذج لاستخدام الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية

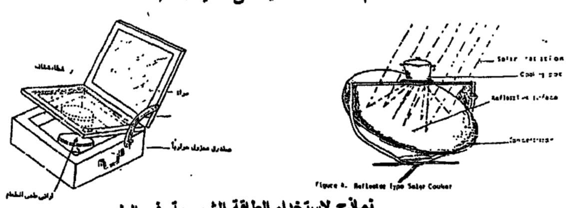
استخدام الطاقة الشمسية فى تسخين المياه



استخدام الطاقة الشمسية فى التبريد



استخدام الطاقة الشمسية فى تحلية الماء



نماذج لاستخدام الطاقة الشمسية فى الطهى

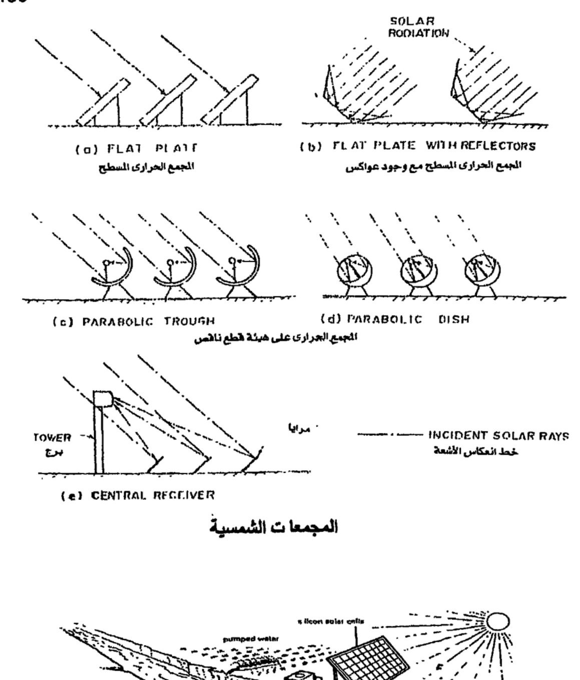
الطاقة الميكانيكية : Mechanical Energy

هناك العديد من التصميمات الخاصة بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة ميكانيكية كل تصميم له مميزات وله محدداته. يتكون نظام تحويل الطاقة اساسا من وحدتين رئيسيتين. الاولى وحدة تجميع الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة حرارية بواسطة مجمعات شمسية Solar Collectors والثانية وحدة تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية.

اما وحدة تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية فعادة ما تتكون من غلاية تستخدم مائع تشغيل مناسب وتربينه مناسبة تحول الضغط المرتفع بالمائع الى طاقة حركية دورانية يمكن بها ادرارة مضخات رى او انجاز اى عمل ميكانيكي. وقد تحول الطاقة الميكانيكية المنتجة الى طاقة كهربائية بتوصيل التربينة بمولد كهربائى.

- **الطاقة الكهربائية : Electrical Energy**

تنحصر الطرق المختلفة لتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية فى قسمين. يشمل القسم الأول تحويل الطاقة الشمسية الحرارية الى طاقة ميكانيكية، كما تم شرحه، ثم تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية باستخدام المولدات الكهربائية. يشمل القسم الثاني تحويل الطاقة الضوئية الشمسية مباشرة الى طاقة الكهربائية باستخدام ما يسمى بالخلايا الشمسية Solar Cells او الخلايا الضوفولتيه Photovoltaic. تستطيع الخلية تحويل ما يصل اليها من الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الخلية الى تيار كهربائي مستمر بكفاءة لا تتعدى ٢٠ ٪. تشبه الخلية الشمسية الى حد كبير بطارية ذات فرق جهد صغير (حوالي ٠,٥ فولت). يستمر شحنها بمعدل يتناسب وشدة الإضاءة الساقطة عليها.



المجمعات الشمسية

استخدام خلايا شمسية لتشغيل مضخة الري

٥- طاقة الكتل الحيوية Biomass

تعتبر المواد العضوية طاقة شمسية مخزنة حيث يعتمد نمو هذه المواد العضوية على التمثيل الضوئى. من اهم المواد العضوية التى تستخدم كمصدر للطاقة خشب الاشجار والذى يتكون من حوالى ٧٠ ٪ سليولوز $(C_6\ H_{10}\ O_5)$ والباقى لجنين $(C_m\ H_n\ O_p)$ بوجه عام يحتوى الخشب على ٥٠ ٪ كربون ٦,١٥ ٪ هيدروجين، ٤٣,٩ اكسجين ونيتروجين. والقيمة الحرارية للمادة الجافة من الخشب حوالى ١٨٤٢٠ كجول / كجمرام ولا تتأثر القيمة الحرارية بنوع الخشب القيمة الحرارية للخشب المجفف هوائيا (٢٥ الى ٣٠ ٪ محتوى رطوبى) حوالى ١١٧٢٠ كجول / كجرام.

ومن المواد العضوية التى تستخدم كمصدر للطاقة فى بعض الاقطار المحاصيل النشوية والسكرية كالذرة وقصب السكر وغيرها والتى يستخلص منها الكحول لاستخدامه كوقود. تستخدم بقايا المحاصيل Crop Residues خاصة حطب القطن وعيدان الذرة وقش الارز فى امداد المزارع بالطاقة الحرارية اللازمة للتدفئة والطبخ. كما تستخدم اخراجات الحيوانات(dung) فى بعض البلاد بعد تجفيفها بالشمس كمصدر للطاقة الحرارية. كما يمكن استخدام فضلات الطعام ونفايات المصانع وخاصة الغذائية كمصدر للطاقة.

يحتوى المادة العضوية الجافة على قيمة حرارية بين ١٣٩٠٠، ١٦٢٠٠ كجول/كجم. هناك طرق عديدة للحصول على الطاقة من المادة العضوية.وتقيم عديد من الدول باجراء البحوث لامكان استخدام المواد العضوية كمصدر للطاقة، حيث ان استخدامها على هذا النحو يعتبر من افضل الطرق للتخلص من الفضلات العضوية. تعتبر الصين من اقدم واكثر البلاد خبرة فى انتاج الطاقة من الفضلات العضوية.

يتم تحويل المواد العضوية إلى طاقة إما باستخدامها مباشرة لإنتاج طاقة حرارية بحرقها، أو بتحويلها اولاً إلى وقود، ويتم تحويل الكتلة الحيوية Biomass إلى حرارة أو شغل ميكانيكى وذلك بحرق الكتلة الحيوية مباشرة لإنتاج حرارة ثم تحويل الحرارة إلى شغل ميكانيكى أو يمكن تحويل الكتل الحيوية إلى وقود سائل أو غازى حيث يمكن تخزينه وحرقه بعد ذلك لإنتاج حرارة أو استخدامه كوقود فى محركات الاحتراق الداخلى لإنتاج شغل ميكانيكى، ويمكن تحويل الكتل الحيوية إلى وقود باستخدام عدة طرق:-

نظم تحويل المادة العضوية الى طاقة:

Biomass Conversion into Energy

يكون السليلوز واللجنين الجزء الاكبر من المادة الجافة للمخلفات العضوية. كما تحتوى المخلفات العضوية على محتوى من الماء تتراوح نسبته بين ٢ ٪ كما فى القش و ٩٠ ٪ كما فى مخلفات الحيوان ومخلفات مصانع الغذاء. يحتوى السليلوز على طاقة حرارية تقدر بحوالى ١٨٨٠٠ كيلو جول لكل كيلو جرام مادة جافة. يتم تحويل المواد العضوية الى طاقة اما باستخدامها مباشرة لانتاج طاقة حرارية بحرقها، او تحويلها اولا الى وقود حيوى (biofuel) (صلب، غاز، سائل) ثم استخدام هذا الوقود فى الالة المناسبة. هناك اتجاهين اساسين لتحويل المواد العضوية الى طاقة احدهما يشمل مايسمى بعمليات التحويل الجافة dry processes والاخر يشمل ما يسمى بعمليات التحويل الرطبة Wet Processes.

أ- العمليات الجافة: Dry Processes

تتم هذه العمليات بتسخين المادة العضوية الجافة فى وجود الهواء. يعتمد نوع وسرعة التفاعل على درجة الحرارة. عند تسخين المادة العضوية تبدا فى فقد الرطوبة عند درجات حرارة ٦٥س حيث يبدا الماء الحر فى ترك المادة ثم يبدا تحلل

المادة العضوية عند درجة حرارة ٢٥٠س ويستمر التحلل ويزداد عند درجات حرارة اعلى ومن العمليات الجافة المستخدمة فى تحويل المواد العضوية الى طاقة الاشتعال الكامل (Combustion) للمادة العضوية، التحلل الحرارى (Pyrolysis) للمادة العضوية، التغزية (Gasification) اى وتحويل المادة الى غازات قابلة للاشتعال

- **الاشتعال: Combustion**

من اكثر الطرق انتشار للحصول على الطاقة فى المناطق الريفية والغابات استخدام المادة العضوية كمصدر مباشر للحرارة بحرقها حرقا تاما. عملية الاحتراق الكامل عبارة عن عدة تفاعلات كيميائية متتالية تحت الظروف المناسبة من حيث توفر الهواء وملامسته للمواد المشتعلة وغالبا ما يكون الوقود فى طبقات رقيقة حيث يتفاعل اكسجين الهواء مع الكربون المتوهج منتجا ثانى اكسيد الكربون واكبر طاقة حرارية ممكنة كما فى المعادلة الاتيه :

$$C+O_2+N_2 \rightarrow CO_2+N_2+4O5\ (KJ/gmC)$$

يتم ذلك عند درجات حرارة مرتفعة (١٠٩٣ س) كثيرا ما يستخدم الاشتعال الكامل مع الغلايات لإنتاج بخار يستخدم فى توليد الطاقة الميكانيكية او يستخدم البخار لتوليد الكهرباء باستخدام تربينة ومولد كهرباء. تنتج المواد العضوية بالاشتعال الكامل بين ١٣٩٠٠، ١٦٢٠٠ كجول / كجرام مادة جافة.

- **التحلل الحراري: Pyrolysis**

يبدأ التحلل الحراري عند ٢٥٠ م ويستمر بارتفاع درجة الحرارة وينتج عنه بقايا صلبه كالفحم النباتي (char coal) ويتكون اساسا من الكربون ويمثل ٤٢ ٪ من نواتج التحلل وله قيمة حرارية بين ٢٥٠٠٠، ٣٣٠٠٠ كجول/ كجم، ينتج عن التحلل الحراري كذلك سوائل القطران (tar) وزيت وقود مختلط بالماء تمثل حوالي ٣٠ ٪ من نواتج التحلل ولها قيمة حرارية تقريبا ٤٢٠٠٠ كجول / كجم. ينتج عن

التحلل الحراري كذلك غازات تمثل النسبة الباقية (٢٨ ٪)وتتراوح القيمة الحرارية لها بين ١٢٥٠٠، ١٧٠٠٠ كجول/ متر مكعب. يستخدم التحلل الحراري تجاريا فى تحويل خشب الشجر الى فحم نباتي (charcoal) وعادة لا يستفاد بالغازات الناتجة او السوائل. ولذلك فان الاستفادة من استخدام الفحم النباتي لا تتعدى ٤٠ ٪ من القيمة الحرارية الأصلية للخشب.

- التغزية: **Gasification**

عملية التغزية هى تحويل الوقود الصلب من المادة العضوية الى وقود غاز بتفاعل الكربون فى المادة الصلبة والأكسجين من الهواء المدفوع وبخار الماء من الوقود أساسا. تعتمد نواتج التفاعلات أساسا على درجة الحرارة. يتكون جهاز انتاج الغاز ذو السحب السفلى (Downdraft) من وحدة تلقيم المخلفات، وحدة تغزية (gasifier) ووحدة التخلص من النفايات الصلبة. وتتكون وحدة التغزية من قادوس وقود (fuel hopper) وصندوق حريق (Firebox) وجهاز اخراج النفايات الصلبة (Grate). ويعتبر صندوق الحريق منطقة التفاعلات الأساسية لإنتاج الغاز.

ب- العمليات الرطبة: Wet Processes

تستخدم العمليات الحيوية فى هذا المجال لتحويل المواد العضوية المرتفعة الرطوبة الى وقود قابل للاستخدام. من هذه العمليات الحيوية عملية التخمر البكتيري Fermentation.

تتطلب هذه العمليات وسط مائي كما انها تتم ببطئ مقارنة بالطريقة الجافة. نتيجة لعمليات التخمر تتحول المواد العضوية الى وقود غاز او سائل. ومن أهم هذه العمليات عملية التخمر اللاهوائي Anaerobic fermentation والذي ينتج غاز

الميثان وعملية التخمر الكحولي Alcoholic fermentation والذي ينتج سائل الكحول.

• **التخمر اللاهوائي Anaerobic fermentation**

كنتيجة لهضم البكتيريا المباشر لبقايا المواد العضوية فى بيئة مائية ينتج غاز قابل للاشتعال. ويمر الهضم اللاهوائى فى ثلاث مراحل هى :

١) التحلل المائي الانزيمى للمادة العضوية enzymatic hydrolysis

٢) تكوين حامض عضوي بواسطة البكتريا organic acid formation

٣) توليد غاز الميثان methane generation

اى ان انتاج غاز الميثان بهذه الطريقة يحتاج الى تعايش بين البكتريا المنتجة للحمض والبكتريا المنتجة لغاز الميثان. يجب ان يكون التفاعلان متزامنين لذلك اذا حدث اى خلل فى توازنهما فشلت عملية توليد الغاز.حيث ان البكتريا كائنات حية فان انتاجها لغاز الميثان يعتمد على عاملين رئيسسين هما مكونات المادة العضوية ودرجة الحرارة. وحيث ان الكربون والنتروجين هما أهم عنصرين فى تغذية البكتريا فان مدى تناسب المادة العضوية لإنتاج الغاز يعتمد على نسبة الكربون الى النيتروجين (C/N) فى المادة والتي يجب ان تكون ٣٠ للإنتاج الأمثل. لذلك لا تستخدم مخلفات المحاصيل لمثل هذا التحويل حيث ان نسبة الكربون الى النيتروجين اكبر بكثير من ٣٠م ومن حيث تأثير درجة الحرارة فهناك نوعين من البكتريا المكونة للميثان الأول يسمى Mesophilic organisms ودرجة الحرارة المثلى لها ٣٥ م والنوع الأخر Thermophilic organisms ودرجة الحرارة المثلى لها ٥٥م من النوع الأول أسهل فى استعماله. ويقل معدل توليد الميثان بشدة بانخفاض درجة الحرارة عن الدرجة المثلى. وتؤثر كذلك درجة الحموضة على معدل الإنتاج حيث

وجد ان الدرجة المثلى للحموضة من ٦,٧ الى ٧,٦. يبين الجدول التالى التركيب الكيميائي للغاز الناتج (البيوجاز biogas) .

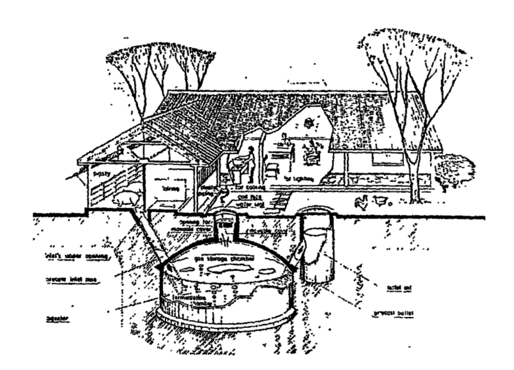
تركيب الغاز الناتج من مخلفات المزرعة

الغاز	النسبة
المثيان CH_4	٥٥-٧٠
ثانى اكسيد الكربون CO_2	٣٠-٤٥
نيتروجين N_2	٠,٣
هيدروجين H_2	٠,١
اكسجين O_2	٠,١
كبريتات الهيدروجين H_2S	Trace

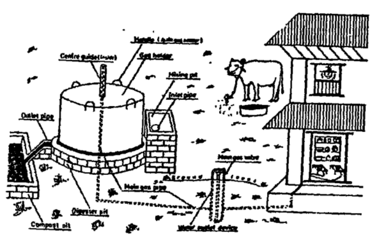
ولهذا الغاز الناتج قيمة حرارية حوالي ٢٣٠٠٠ كيلو جول / متر مكعب وبالمقارنة بالغاز الطبيعي الذي يحتوى ٤٠٠٠٠ كيلو جول/ متر مكعب. يمكن استخدام هذا الغاز في آلات الاحتراق الداخلي بعد تقليل نسبة ثاني أكسيد الكربون بها والتخلص من كبريتات الهيدروجين. عادة يستخدم فى المحركات الثابتة. يعتبر انتاج ٠,٣ متر مكعب لكل كيلو جرام مادة عضوية جافة ممتازا (بكفاءة ٢٠ — ٢٥ ٪)

- **التخمر الكحولي : Alcoholic Fermentation**

يمكن تحويل السكر الموجود فى عديد من النباتات الى كحول بالتخمر. كذلك يمكن تحويل النشا الى كحول الايثايل (ethey alcohol) بعد تحويل النشا الى سكر بواسطة الأنزيمات. جميع الكحولات النباتية (vegetal alcohol) فى العالم تنتج من محاصيل غنية فى السكر او النشا مثل قصب السكر، البنجر، العنب من محاصيل غنية فى السكر او النشا مثل قصب السكر، البنجر، العنب، البطاطس والذرة السكرية والمولاس والكسافا.



النموذج الصينى لمخمر إنتاج البيوجاز من المخلفات



النموذج الهندى لمخمر إنتاج البيوجاز من المخلفات

اما البقايا العضوية فهي لا تحتوى على جزء كبير من السكر او النشا ولتخميرها يجب ان تتحول جزئيات اللجنين والسليلوز اولا الى سكر وذلك بالتحلل (hydrolysis) الحامضي او الأنزيمي. التحلل الحامضي سواء مع التسخين او عدمه ينتج سكر الجلوكوز بمعدل ١ وزن سليلوز (أعلى كفاءة للتحويل ٢٤ ٪). التحلل الأنزيمي يحول كل سليلوز المشتق من الطحالب (fungus)الى سكر. تتم العملية بعد ذلك بتخمر السكر الناتج وتقطير الكحول حتى لا تيبقى الا مخلفات سائلة مكونة اساسا من اللجنين.

يعتبر كحول الايثايل وقود سائل جيد له قيمة حرارية 23.464×10^6 كجول / متر مكعب. يمكن استخدامه فى محركات الاشتعال بالشرارة اما منفردا او مخلوطا بالبنزين دون تغير كبير فى القدرة الناتجة مع تعديل بسيط فى نسبة الانضغاط.

حتى الآن يعتبر الكحول النباتي أكثر تكلفة من الكحول المنتج من البترول تعتبر البرازيل من أكثر البلاد التى تزرع محاصيل قصب السكر او الكاسافا بغرض أنتاج الكحول. حيث تنتج الآن ما يعادل او يزيد قليلا عن ٢٠٠٠٠٠ متر مكعب كحول نباتى سنويا ينتج قصب السكر الكحول بمعدل ٦٦ لتر كحول / طن قصب (٣٠٠٠ لتر / هكتار كما تنتج الكاسافا ١٨٠ لتر كحول / طن (٢٢٠٠ لتر / هكتار).

- **الزيوت النباتية كوقود حيوى :**

يتجه العلم حاليا الى التوسع فى الزراعة نباتات تحتوى على كميات كبيرة من الزيوت مثل زيت النخيل، فول الصويا، الجيروفا، الهوهوبا، الطحالب. بتسخين هذه الزيوت تنخفض كثافتها ويمكن استخدامها فى محركات الديزل. كما يمكن ان يتم معاملتها كيميائيا لإنتاج ما يسمى بالديزل الحيوي Bio diesel.

٥- طاقة الرياح Wind Energy

تعتبر الرياح طاقة شمسية غير مباشرة حيث انها اساسا نتيجة ارتفاع درجة حرارة الهواء عند منطقة الاستواء مما يسبب تمدد الهواء واندفاعه الى طبقات الجو العليا واتجاهه الى القطبين. في نفس الوقت ينكمش هواء القطبين نتيجة انخفاض درجة الحرارة مما يؤدى الى نشوء تيارات باردة قريبة من سطح الارض تتجه من القطب الى خط الاستواء. كما تؤثر حركة الارض الدورانية على الرياح. يصل متوسط سرعة الرياح فى العالم حوالى ٩ متر/ ث. يعادل ذلك نصف كيلو وات لكل متر٢ من مساحة طاحونة هوائية عمودية على اتجاه الهواء. وتقدر طاقة الرياح الكلية حول العالم بحوالى 2×10^{10} كيلو وات. وتتاثر سرعة الرياح بطبيعية تضاريس الارض وبوجود مبان واشجار حيث تقلل من سرعة الرياح قرب سطح الارض.

تعتبر طاقة الرياح من الطاقات النظيفة التى لا تسبب تلوث البيئة المحيطة وهى جزء من الطاقة الشمسية الأم مصدر الطاقة على سطح الأرض، ولما كانت طاقة الرياح تعادل ١٪ من الطاقة الشمسية فإن الطاقة الكافية للرياح تعادل مائة مرة قدر استهلاك العالم اليومى من الطاقة التقليدية إلى أن الأمر ليس بالسهولة التى يتصورها البعض لكى يقول أنه بإمكاننا الحصول على كل متطلباتنا من الطاقة الرياح، فكثير من المصاعب تواجه هذا الأمر منها ما يختص بمصدر الطاقة نفسه وهو الرياح التى تتميز بعدم إستمراريتها واختلاف قيمتها من مكان إلى آخر مما يقيد أماكن استخدامها ومنها ما يختص بالتكنولوجيا المطلوبة للحصول على أقصى كفاءة ثم تأتى تكلفة الطاقة المولدة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية المتاحة.

تتميز طاقة الرياح بأنها طاقة ميكانيكية ناتجة عن سرعة تحرك الهواء ولذلك فعند تحويلها إلى طاقة ميكانيكية يكون الفاقد معقولا بعكس تحويل الطاقة

الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. تحظى طاقة الرياح بالنصيب الأكبر من اهتمام العالم
ونجد أن اى منطقة زاد متوسط سرعة الرياح بالنصيب الأكبر من اهتمام العالم
ونجد أن اى منطقة زاد متوسط سرعة الرياح فى العام عن ٥ متر/ ثانية يمكن
استغلال طاقة الرياح لديها.

ويحدد ارتفاع الطاحونة عن سطح الأرض سرعة الرياح المؤثرة عليها
حيث تقل هذه السرعة بالاقتراب من سطح الأرض نتيجة عامل الاحتكاك
وعادة ما يزيد ارتفاع برج الطاحونة عن عشرة أمتار لتلافى تأثير سطح الأرض
على سرعة الرياح. كما تتأثر الرياح بما تصادفه على سطح الأرض من وديان
وتلال وأشجار ومبانى ولذا فإن اختيار موقع التربينة من الأهمية بمكان
للحصول على أقصى طاقة من الرياح.

والقدرة الناتجة من المراوح الهوائية تعتمد أساساً على حجم المروحة
وسرعة الرياح وتوجد عوامل أخرى مثل نوع المروحة وتصميمها وارتفاع المبنى أو
البرج الذى توضع فى أعلاه المروحة ويتراوح هذا الارتفاع بين ٤-١٨ متراً ويلزم أن
يكون عاليا فى الأماكن التى يحتمل أن تكون فيها سرعة الريح منخفضة وكذلك فى
حالة وجود عائق لسريان الرياح كالأشجار والمبانى الأخرى. وعيوب المراوح الهوائية
أنه تنتج قدرة صغيرة ومتقطعة ومجال استخدامها محدود حيث لا تستخدم إلا فى
المناطق التى تكثر بها الرياح. وفى الزراعة ويمكن استغلال طاقة الرياح فى تشغيل
مضخة الرى وتوليد الكهرباء.

توجد أنواع متعددة من طواحين الهواء Wind Mills تستخدم فى تحويل
طاقة الرياح الى طاقة ميكانيكية يمكن استخدامها فى عمليات زراعية مختلفة

خاصة رفع الماء من الآبار للري. هناك دلائل على ان طواحين الهواء استخدمت منذ ٥٥٠٠ عام لضخ الماء للري ولطحن الحبوب.

تتكون طاحونة الهواء من الجزء الدوار rotor واجهزة نقل الحركة التى تبدأ بمحور الدوران ومجموعة التروس والبرج. وقد تقسم طواحين الهواء الى أفقية المحور وراسية المحور وذلك حسب اتجاه محور الدوران.

٦ – المساقط المائية : Water Falls (Hydropower)

تمثل المساقط المائية طاقة حركية مستمرة تنشا نتيجة سقوط الماء من نقطة مرتفعة الى منسوب منخفض تحت تاثير الجاذبية الارض. وقد تكون هذه المساقط طبيعية كما فى شلالات نياوا بكندا وقد تكون مائية او صناعية على شكل سدود على مجارى الانهاركما فى السد العالى . تقدر الطاقة الناتجة عن المساقط المائية فى العالم بحوالى 2.8×10^9 كيلو وات. وتعتبر المساقط المائية من مصادر الطاقة الهامة لانتاج الطاقة الكهربائية.

٧ – طاقة الارض الحرارية :Geothermal Energy

تمثل الحرارة الطبيعية الكامنة فى جوف الارض مصدرا للطاقة فى مناطق محدودة من العالم حيث توجد البراكين او الينابيع الحارة والتى يمكن استخدام مياهها او بخارها المتصاعد. وبالفعل تستخدم كل من المجر وفرنسا وفنلندة وبريطانيا ونيكاراجوا هذا المصدر من الطاقة لتامين جانب من الحرارة اللازمة للتدفئة.

٨ – حرارة المحيط وموج البحر :Ocean Energy and Sea Waves

يعمل المحيط كمخزن كبير للطاقة الشمسية حيث يمتص حوالى ٧٥ ٪ من الطاقة الشمسية الساقطة عليه مما يؤدى الى وجود تدرج فى درجة حرارة الماء من السطح إلى الاعماق حيث تكون اعلى درجة قريبة من السطح وتنخفض مع زيادة العمق. يستخدم العلماء الفرق فى درجات الحرارة بين السطح والاعماق كفرق جهد

حرارى يمكن تحويله الى فرق جهد كهربائى وانتاج الطاقة. واستخدام الطاقة على هذا النحو يكون فى المناطق الاستوائية وهناك بالفعل مشروعات لاستخدام طاقة المحيط الحرارية فى جزر هاواى ويطلق عليها (Ocean thermal Energy Conversions) وتختصر (OTEC). كما تستخدم حركة موج البحر الراسية الى اعلى والى أسفل كحركة ترددية كمصدر للطاقة الحركية التى يمكن تحويلها الى طاقة كهربائية.

٩- الطاقة النووية المتجددة

- **المفاعل المولد : Breeder Reactor**

يوجد عدد محدد من هذا النوع من المفاعلات على شكل نماذج فقط وتنتج من ٢٥٠ الى ٥٠٠ ميجا وات كهرباء. تعمل بكفاءة تصل الى ٤٠ ٪. هذا النوع من المفاعلات ينتج وقود ذرى اكثر مما يستهلك. يستخدم هذا المفاعل نوعين من اليورانيم احدهما قابل للانشطار بتصادم النيوترونات وهو نظير ٢٣٥. والأخر يورانيم ٢٣٨ وهو غير قابل للانشطار بتصادم النيروترونات مع ذراته. ولكن هذا اليورانيم له المقدرة عل جذب بعض النيوترونات الحرة الى نوياته يتحول هذا النظير بعد جذبه للنيترونات الى نظير قابل للانشطار بتصادم نوياته مع النيوترونات الحرة. وبذلك يستمر الانشطار والجذب مولدا بذلك طاقة ووقود متجدد.

- **المفاعل الاندماجي : Fusion Reactor**

من المفاعلات الجاري بحث استخدامها الآن هي المفاعلات الاندماجية. ويعتمد هذا المفاعل على عملية اندماج ذرات الهيدروجين بسرعة كبيرة جدا وذلك بالتسخين الى درجات حرارة عالية جدا مما يسبب اقتراب نويات الذرات وانفصال الالكترونات مكونا ما يسمى بالبلازما Plasma تقترب النويات العارية بعضها ببعض وتندمج عند درجات حرارة مرتفعة جدا مكونة نواة أكثر تعقيدا. ينتج عن هذا الاندماج

طاقـة حـراريـة كـبيرة جـدا مقارنـة بمـا ينتجـه مفاعـل الانشـطار. عمليـة الانـدماج لواحد جرام هيدروجين تسبب انطلاق طاقة تعادل ١٥ مرة الطاقة التى تنطلق عـن انشطار واحد جرام يورانيم. تصل درجة حرارة البلازما الى حوالي ٢٠٠ مليون ف. الوقود الأساس لمفاعل الاندماج هو نظير الهيدروجين الـذي يعـرف باسـم ديوتيـويم (Deuterium) يقـدر وجـود هـذا النظير فـى العـالم بمـا يعـادل 32×10^{12} طن فـى المحيطات.

الفصل الثالث

وسائل نقل القدرة

Power Transmission Equipments

مقدمة

تحتاج الآلات الزراعية الى قدرة بصورة مرغوبة (من حيث السرعة والقوة) لكى تعمل. وهذه القدرة تحصل عليها الآلات من مصدر خارجى. وقد يكون هذا المصدر هو الجرار الزراعى أو اى مصدر آخر مثل الكهرباء.. ونوع مصدر القدرة يتوقف على طبيعة عمل الآلة. وتحتاج عملية نقل القدرة من مصدر تولدها الى مكان استعمالها الى وسيلة نقل مناسبة، ويتوقف الاختيار المناسب لوسيلة النقل على عدة عوامل أهمها:

١- المسافة بين مصدر القدرة ومكان استعمالها.

٢- العلاقة بين صورة القدرة عند المصدر بالنسبة الى صورة القدرة عند مكان الاستعمال من حيث السرعة والقوة.

٣- أهمية المحافظة على نسبة بين سرعة الدوران.

٤- الظروف التى تعمل فيها وحدة النقل من حيث أمكانية الصيانة والإصلاح.

٥- بساطة التصميم وكفاءة النقل.

٦- العنصر الأقتصادى من حيثذ تكاليف الوحدة وتكاليف الصيانة.

أهم الوسائل الشائعة الاستعمال لنقل القدرة فى الجرارات والآلات الزراعية هـى:

١- النقل المباشر Direct Transmission

٢- النقل بالطارات والسيور pulleys and Belts

٣ - التروس Gears

٤- الجنـــــازير Chain Drives

٥ – النقل الهيدروليكى (النقل باستخدام الموائع)

اولاً: النقـل المباشـر Direct Transmission

تستخدم فى حالة وجود مصدر القدرة ومكان استغلالها فى مكان واحد ومحور عمود الثانى على امتداد محور عمود الأول ويستخدم وصلة لربط العمودين ببعضهما. وتعرف هذا الوصلة ب coupling وتتميز هذه الوصلة بسهلة الفك والتركيب وكما انه لاتحتوى على اجزاء بارزة ، وتكون السرعة وعزم الدوران واحدة فى الاثنين حيث لا يلزم تعديل بين سرعة دوران مصدر القدرة والآلة المستخدمة لتلك القدرة، كما أن اتجاه الحركة لا يتغير. والنقل المباشر يعتبر من ابسط طرق النقل واقلها فقد للقدرة أثناء النقل. وتستعمل هذه الطريقة فى أدارة طلمبات الرى بواسطة محرك ديزل أو محرك كهربائى. وفى أدارة مولد كهربائى (دينامو) بواسطة محرك ديزل. يمكن أن يحدث النقل المباشر بعدة وسائل :

-عن طريق الاحتكاك بين مادتين وهى غير مرغوبة دائماً لما يتولد عنها من ارتفاع لدرجة الحرارة وحدوث تآكل.

-عن طريق الوصــلات وهى افضـل دائما حيث انه لا يوجد فقد فى القدرة .

ثانياً: نقل القدرة بالطارات وبالسيور
Power Transmission By pulleys and Belts

تستخدم السيور فى نقل القدرة فى صورة حركة دورانية من عمود لآخر يبعد عنه بمسافة كبيرة نسبياً. وتعبير من اقدم الطرق وتستخدم عندما لا يلزم الآخر المحافظة على نسبة السرعة بين الأعمدة الفائدة والأعمدة المنقادة وتتكون وحدة نقل القدرة بالطارات والسيور من طارتين احدهما مركبة على عمود مصدر القدرة والأخرى عمود الآلة. ولا تحدث السيور اى اصوات أو ضوضاء مقارنة

بالجنازير والتروس. ويتم استخدام السيور فى الأحوال التى تحتاج الى سرعات عالية.

وينتشر استخدام السيور فى نقل القدرة لميزاتها الكثيره منها:

١- سير واحد يمكن أستخدامه لأدارة أكثر من آلـة أو أكثر من وحدة فى الآلة

٢- اتجاه الدوران يمكن عكسه بسهوله.

٣- يمكن تغيير السرعة بسهولة وذلك بتغيير قطر الطارة.

٤- يتم نقل الحركة بهدوء... لخلوه من الصدمات والارتجاجات

٥- لا يحتاج الى تزييت.

٦- له قدرة كبيرة على أمتصاص الصدمات.

٧- فى حالة قطع السير لا يحدث ضرر للأجزاء الأخرى من الآلة.

٨- إمكانية نقل الحركة الدورانية عبر مسافات كبيرة بين المحاور.

٩- حماية أجزاء الآلة عند زيادة تجاوز الأحمال المنقولة، حيث يحدث إنـزلاق للسير على الطارة.

١٠- بساطة التركيب والتجميع و منخفضة التكاليف.

اما عيوب نقل الحركة بالسيور

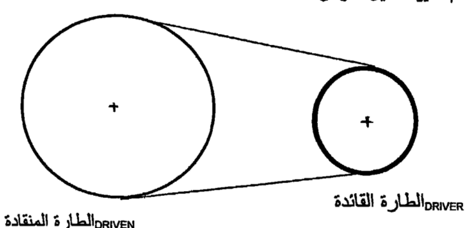
١- الحجم الكبير.

٢- عدم ثبات نسبة نقل السرعة.. بسبب إنزلاق السير.

تعتمد حركة السيور على الاحتكاك الموجود بين السير والطارات. ويتم نقل القدرة بواسطة التلامس بين السير والطارات القائدة والتابعة. ويعتمد هذا التلامس على مقدار الشد المبدئى الموجود فى السير وحتى يوجد هذا الشد المبدئى فى السير فلابد أن تكون احدى الطارتين متحركة أو قابلة للتعديل(الضبط).

ويجب مراعاة عند نقل سرعات عالية وكذلك عند استعمال طارة كبيرة، فأنه يلزم تحديب سطح الطارة للمساعدة على حفظ السير دائما فى وسط الطارة، كما يلزم أن يكون عرض الطارة أكبر من عرض السير بنسبة ١٢,٥-٢٠٪.

وتتكون وحدة نقل القدرة بهذه الوسيلة من طارتين، أحدهما مركبة على عمود مصدر القوة والأخرى على عمود الآله وسير يحيط بالطارتين (شكل ١). وقد يستخدم السير لتشغيل أكثر من آله.



شكل (١)

ويتم نقل الحركة بواسطة السير عن طريق أختلاف قوى الشد فى السير عند بداية تلامسه بالطارة وعند تركه لها. وهذا الاختلاف أو الفرق فى قوى الشد يتولد نتيجة الاحتكاك بين سطح الطارة المتحركة وتلامسها مع السير.

يمكن كتابة معادلة ا لسرعة عند النقطة على الطارة الاولى كما يلى:

$$V_1 = \pi D_1 N_1$$

حيث :

V_1 - سرعة الطارة الكبرى متر/دقيقة (m/min)

D_1 - قطر الطارة الكبرى، متر (m)

N_1 - سرعة الطارة الكبرى، لفة/دقيقة. (r.p.m)

ويمكن كتابة معادلة لسرعة الطارة الصغرى :

$$V_2 = \pi D_2 N_2$$

حيث :

V_2 - سرعة الطارة الصغرى، متر/دقيقة (m/min)

D_2 - قطر الطارة الصغرى، متر (m)

N_2 - سرعة الطارة الصغرى، لفة/دقيقة. (r.p.m)

وحيث ان السرعة متساوية فإن :

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

وفى المعادلة يمكن ملاحظة أن قطر الطارة تتناسب عكسياً مع نسبة عدد لفات.

وتكون القدرة فى الحركة الدورانية كما يلى:

$$P_1 = \frac{2\pi T_1 N_1}{60}$$

حيث :

P_1 - القدرة فى الحركة الدورانية، ك.وات (kW)

T_1 - العزم على الطارة الكبرى ، ك. نيوتن.متر $(kN.m)$

N_1 - سرعة الدوران، لفة/دقيقة $(r.p.m)$

وبالنسبة للطارة الصغرى :

$$P_2 = \frac{2\pi N_2 T_2}{60}$$

حيث:

T_2 - العزم على الطارة الصغرى، ك.نيوتن.متر (kN.m)

N_2 - سرعة دوران الطارة الصغرى، لفة/دقيقة. (r.p.m)

وبافتراض عدم وجود أى فقد للقدرة بين الطارتين، فسوف تتساوى القدرة الموجودة على كل طارة وتعادل :

$$T_1 N_1 = T_2 N_2$$

او

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

وفى المعادلة يمكن ملاحظة أن نسبة العزم تتناسب عكسياً مع نسبة عدد لفات الطارتين أو لعمدة إدارتها. وعلى ذلك فالعمود الذى يدور بسرعة أكبر يحمل عزماً أقل والعكس صحيح.

والعلاقة بين سرعة الطارات واقطارها وعزم الدوران يمكن استنتاجها هى مع أهمال نسبة الانزلاق وهذه العلاقة :

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

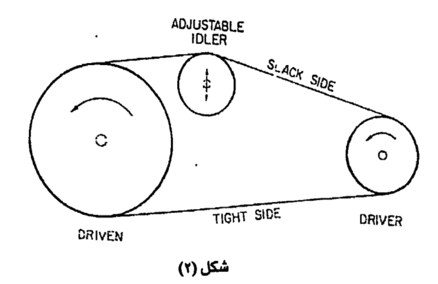
عند استخدام طارتين لسير نقل الحركة لهما نفس المقاس فأن قوس التلامس. يصبح ١٨٠ درجة لكل طارة. أما إذا أختلف مقاس الطارات فإن قوس التلامس للطارة الكبرى يكون أكبر منه للطارة الصغرى. وعلى ذلك تكون المسافة

المغطاة من الطارة الصغرى ذات تلامس أقل وهذا قد يسبب مشاكل فى حالة حدوث انزلاق للسير. وعادة يحدث الانزلاق فى الطارات الصغرى أولا ، ولذلك فإن أى وسيلة تساعد على زيادة قوس التلامس للطارة الصغيرة سيكون مساعداً فى تقليل الانزلاق.

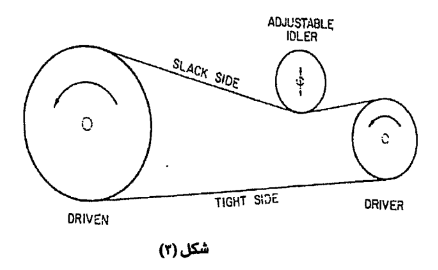
عندما يكون السير فى حالة سكون (بدون حركة) ، فإن الشد الموجود بالسير والناتج من الشد المبدئى للطارات يكون موزعا بالتساوى على جميع نقاط السير. ولكن مع حركة دوران الطارات ونقل القدرة ، فإن أحد أطراف السير يكون تحت تأثير شد أعلى من الشد المبدئى ويطلق عليه اسم الطرف المشدود tight side. بينما الآخر من السير يكون تحت قوة شد أقل من الشد المبدئى بقليل ويكون أيضاً أقل بكثير من الشد الموجود فى الطرف المشدود ويطلق عليه اسم الطرف المرتخى losse side.

تستخدم عادة طارة ضبط (وسيلة) كوسيلة مبسطة لضبط الشد فى السير. وفى معظم الحالات يجب تركيب طارة وسيطة فى الطرف المرخى. ويمكن وضع الطارة الوسيطة بالقرب من الطارة الكبرى وبداخل الطرف المرخى كما هو موضح شكل (٢). وإذا كان المطلوب زيادة شد السير تحرك الطارة الوسيطة للخارج. وبتحريكها للخارج فإنها تعمل على أنقاص قوس التلامس للطارة الكبرى أكثر من الطارة الصغرى. وحيث إن قوس التلامس يكون كبيراً فى الطارة الكبرى والإقلال منه لا يسبب أى مشاكل. ولهذا السبب كان وضع الطارة الوسيطة أقرب الى الطارة الكبرى .

ويتم فى بعض الحالات وضع الطارة الوسيطة الى الخارج من الطرف المرخى وبالقرب من الطارة الصغرى كما هو موضح فى شكل (٣) وهذا الترتيب يساعد على زيادة قوس التلامس مع هذه الطارة عما كان عليه قبل ذلك. ويسبب ذلك انعكاس وضع الثنى فى السير مما يؤدى الى قصر عمره.


ADJUSTABLE
IDLER
SLACK SIDE
TIGHT SIDE
DRIVER
DRIVEN

شکل (۲)


ADJUSTABLE
IDLER
SLACK SIDE
TIGHT SIDE
DRIVER
DRIVEN

شکل (۲)

التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور

ويوضح شكل (٤) التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور.

- **السير المفتوح:**

من الطبيعى أن تكون الاعمدة المركب عليها طارات نقل الحركة فى وضع متوازن وتستخدم طارتان أو عجلتان ذواتا بروز على هذه الاعمدة. هذا النوع يطلق عليه أسم " السير المفتوح ".

- **السير المتعرج:**

يحتوى على أكثر من طارتين وهو شائع الاستخدام فى آلات الحصاد والدراس الجامعة (الكومباين).

- **السير المتقاطع :**

ويستخدم السير المتقاطع عند الاحتياج الى عكس اتجاه دوران العمود. ولايستخدم هذا النوع مع سرعات تشغيل عالية بسبب التآكل الناتج من تلامس السير عند نقطة التقاطع.

- **السيور المتعامدة:**

قد تستخدم مع الاعمدة غير المتوازية. ويجب أن تكون المسافة بين مركز دوران الأعمدة كبيرة نسبياً وذلك لتلافى قابلية السير للخروج من الطارة. ولا يستخدم هذا التصميم عموماً مع سرعات تشغيل عالية بسبب التآكل الناتج بين السير وحواف الطارة.

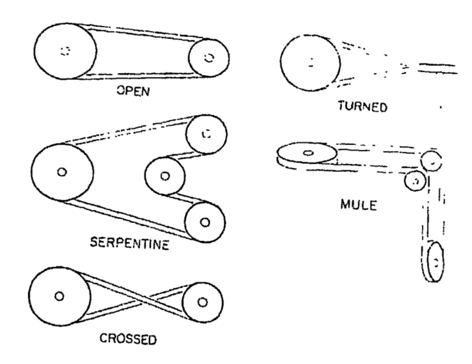


Figure 3.8 Types of belt drives

شكل (٤) التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور

١

انواع السيور Types of belts

يمكن تقسيم أنواع السيور طبقا لشكل مقطعها. وأنواع السيور الشائعة الاستعمال هى السيور المسطحة، والسيور شبه المنحرفة (حرف V)، والسيور المستديرة، والسيور المسننة.

١- السير المسطح The rectangular belt

قطاع السير المسطح على شكل مستطيل، ينتج من مواد مختلفة لتناسب مع القدرات المختلفة لنقل الحركة الدائرية. أنواع السيور المسطحة هى كالاتى:

(أ) سيور جلدية: تعتبر من أجود أنواع السيور ، وأكثرها انتشاراً.

(ب) سيور شبه مطاطية: تصنع من عدة طبقات، الطبقة الاحتكاكية تصنع من جلد مدبوغ بالكروم، أو من أنسجة من الأقمشة المكسوة بكلوريد الفينيل مما يتيح التصاق السير جيداً على البكرة، وتخفيض الانزلاق إلى حد كبير، أما الطبقة الوسطى فإنها تصنع من النايلون على شكل عدة أشرطة متلاصقة فوق بعضها البعض أو متجاورة، أو تصنع من خيوط مجدولة من البوليستر مما يزيد من متانة السير ويميز بتحمله قوة شد عالية، وقابلية جيدة للثنى.

(جـ) سيور مصنوعة من الأقمشة القطنية والصوفية: تتميز هذه السيور بنقل الحركة الهادئة بدون إرتجاجات، تستخدم السيور المسطحة بصفة عامة لنقل الحركة الدورانية لمسافات طويلة، يمكن أن يكون السير مغلق او يوصل طرفيه بإحدى الطرق: باللصق وبالخياطة والتدبيس او المسامير أو بوصلات سلكية.

استخدم هذا النوع من السيور مع بدء ظهور الآلات الزراعية ولقد كانت الاستخدامات الشائعة لهذا النوع تنحصر فى نقل القدرة من محرك ثابت أو من الجرار الى آلات الدراس ، آلات تقطيع العلف ، مناشير الخشب ،....... إلخ. ولقد استخدمت بكثرة فى مجال الصناعة ومصانع الأغذية لنقل المواد وكان يطلق عليها اسم السيور الناقلة.

وتستخدم طارات اسطوانية عريضة لإدارة هذه السيور. وبعض هذه الطارات مصممة بحيث يوجد بروز عند المركز بقطر أكبر قليلاً عند مركز الاسطوانة. وهذا البروز أو مايسمى التاج يساعد فى المحافظة على وضع السير فى مركز الطارة وذلك لأن السير يميل للحركة فى اتجاه القطر الكبير.

٢- السيور ذات شكل V

من أكثر انواع السيور شيوعاً لنقل القدرة. والطارات لها تجويف عميق يسمح بدوران السير، ويكون الاحتكاك الناتج من الدوران متركزاً على جوانب السير ويكون له تأثير فعال جداً وذلك بسبب تأثير الشكل الجانبى للسير والذى يؤدى الى التناقص النسبى للمقطع العرضى للسير. والسيور ذات الشكل V عرضها صغير بالمقارنة بالسيور المسطحة وتحتاج الى مساحة أقل. وقد يكون مناسباً للأستخدام عندما تكون المسافة بين أعمدة نقل الحركة صغيرة.

يمكن استخدام سيرين أو اكثر ذات شكل V عند نقل قدر كبير من القدرة ويطلق على هذا التصميم اسم السيور المتعددة لنقل الحركة. وتدور السيور فى تجاويف متوازية على الطارات نفسها. وللمحافظة على عمر السيور فيجب أن تكون السيور لها الأطوال نفسها وإلا فإن السير الأصغر سوف يحمل العبء الأكبر ويتآكل بسرعة. ويتم اختبار السيور ذات الشكل V المستخدمة فى طارات الإدارة المتعددة بحيث يكون لها الطول نفسه.

السيور على شكل V لها مقطع على شكل شبه منحرف وتصنع بكثرة من المطاط الطبيعى أو الصناعى بحيث تزود بعدة فتائل متينة بالقرب من السطح الحلقى لها. ويتم ربط السير بالكامل بواسطة نسيج مغموس بالمطاط عن طريق الإذابة أو بتقسية المطاط ليصبح وحدة كاملة بدون أطراف.

قطاعه فى شكل شبه منحرف، يسمى أيضاً بالسير حرف V، زاويته مقدارها (٣٢° - ٣٦°). ينتج بشكل مغلق بدون وصلات أو لحام. يستمد السير متانته من مواد صنعه التى تتكون من عدة طبقات من النسيج الحبلى المتين، المحاط بالمطاط بالإضافة إلى غلاف شبه مطاطى.

تنتقل الحركة بالسيور التى مقطعها على شكل حرف V عن طريق قوى الاحتكاك بينها وبين السطحين الجانبين للطاره، حيث يكون تلامس السير بجانبيه فقط ولا يلامس قاع المجرى (أى يجب وجود خلوص بين السير وقاع المجرى). وكلما زاد ضغط الشد، كلما أندفع السير إلى داخل المجرى الاسفينية بالطارة ضاغطاً على جانبى المجرى لتزداد قوى الاحتكاك بين جانبى السير والطارة وبذلك يمكن نقل قوى أكبر.

مميزات السيور حرف V Advantages of V belts

١- إمكانية نقل الحركة بين طارتين بمسافات صغيرة وسرعات عالية.

٢- قوة شد أعلى بالمقارنة بالسيور المسطحة بفضل معامل الاحتكاك.

٣- لا تتأثر بالعوامل الخارجية كالرطوبة والسخونة والأبخرة والأحماض والزيوت وغيرها.

٤- إمكان نقل جميع القدرات بالتحكم فى اختيار مقاسات السيور وعددها فى أقل حجم ممكن.

٥- إمكانية نقل الحركة فى أى اتجاه وعدم تأثرها بالجانب المشدود سواء كان من أعلى أو من أسفل.

٦- التصاق كبير وجودة عالية.

٧- لا ينبعث عنها أى ضوضاء.

عيوب السيور حرف V Disadvantages of V belts

١- عدم إمكانية نقل الحركة بين محورين عبر مسافات كبيرة نسبياً.

٢- قل متانة بالمقارنة بالسيور المسطحة.

٣- طارتها أعقد وأصعب فى الصنع بالمقارنة بطارات السيور المسطحة.

٤- تكاليفها مرتفعة نسبياً.

وقد وضع منتجو السيور مواصفات قياسية لخمسة مقاسات شائعة فى السيور ذات مقطع على شكل حرف V. وتم تصنيف هذه المقاسات بالحروف A, B, C, D, E حيث المقاس A هو أصغر المقاسات و E هو أكبرها. والمقاسات المختلفة موضحة فى شكل (٥) بأبعادها المختلفة..

عند حساب مقاسات الطارات والسرعات للسيور شكل V، لا يكون استخدام الأقطار الخارجية لتجاويف البروزات دقيقاً فى الحسابات. ويستخدم ما يسمى بالقطر التقديرى والذى يطلق عليه اسم قطر الخطوة D_p ويوضح شكل (٦) يبين قطر الخطوة D_p، وهو يمثل القطر مقاساً من مركز مقطع السير خلال الطارة الى مركز مقطع السير فى الطرف الآخر. يمكن تقدير قطر الخطوة من المعادلة التالية :

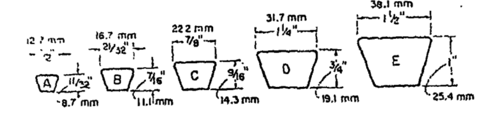
$$D_p = D_b - t$$

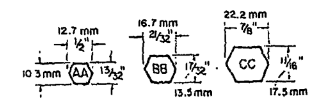
حيث : D_p = قطر الخطوة، سم

D_b = القطر الخارجى للسير على الطارة سم

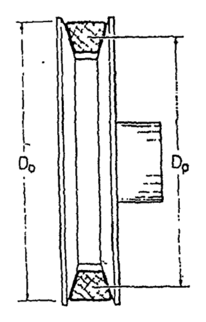
t = سمك السير، سم

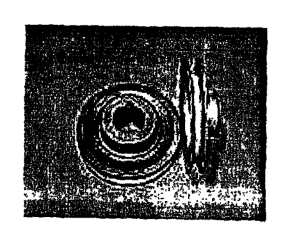
تعمل السيور ذات الشكل V بسرعات ٧٦٠-٩٠٠ متر/دقيقة إلا أنها قد تعمل على سرعات أعلى تتراوح بين ١٢٠٠-٢١٠٠ متر/دقيقة تحت ظروف تشغيل مناسبة مثل طارات كبيرة ، أحمال خفيفة...... إلخ . ومع السرعات العالية ، تؤثر قوى الطرد المركزية على السير الملامس للطارة بحيث تطرده لخارج الطارة مما يتسبب فى فقد فى الشد وبالتالى فقد فى القدرة المنقولة.





شكل (٥) الأبعاد القياسية لمقاطع من سيور شكل V





شكل (٦) طارة السير حرف V.

٣- السيور المستديرة The rounded belt

قطاعه على شكل دائرة. ينتج السير بشكل مغلق بدون وصلات، يوجد بصورة نادرة، يستخدم فى نقل حركة القدرات الصغيرة. السيور المستديرة ليست شائعة مثل السيور شكل V ولكن يجب تركيبها على طارات بها تجاويف. وقد تستخدم احيانا مع اجهزة نقل الحركة التى يتطلب التشغيل فيها أكثر من طارة وليس فقط مع طارتين.

قواعد وإرشادات Rules and guidance

أثناء تثبيت السيور يجب ملاحظة وإتباع الإرشادات الآتية:

١- يجب أن تتوازى وتتواجه الأعمدة والطارات القائدة والمنقادة كل منها للآخر تماماً.

٢- يجب أن يكون التجويف الإسفينى لكل من الطارتين القائدة والمنقادة على استقامة واحدة، لتجنب إنحراف السير أثناء التشغيل فيتاكل جانب واحد فقط من جانبيه بشكل غير طبيعى، ويتغير شكل مقطع السير وتقل جودة الشد.

٣- ارتخاء السير بدرجة كبيرة ينتج عنه سرعة استهلاكه بالإضافة إلى تلف كراسى المحاور وبعض أجزاء الماكينة.

٤ إرتخاء السير بدرجة كبيرة ينتج عنه انزلاقه وانخفاض لعدد دورات الطارة المنقادة، لذلك يجب أن يكون شد السير معتدلاً.

٥ عدم لمس السير أو تركيبه أثناء تشغيل الماكينة مهما كانت سرعتها.

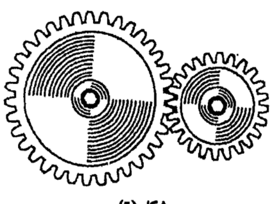
٦- يجب تغطية مكان السيور بغطاء واحد.

ثالثاً: نقل الحركة بالتروس Gears Transmission

تستخدم وسائل نقل الحركة بالتروس بين الأعمدة ذات المسافات القصيرة، للحصول على نسبة نقل حركة أدق، حيث يكون الانزلاق فى هذه الحالة غير موجود (بالمقارنة بوسائل نقل الحركة بالسيور)

عند نقل الحركة من ترس قائد إلى ترس منقاد كما هو موضح بشكل(٧) يتعكس اتجاه دوران كل منهما عن الآخر، وللحصول على اتجاه دوران الترس المنقاد فى نفس إتجاه دوران الترس القائد، يستخدم ترس وسيط بينهما بأى عدد من الأسنان ، حيث لا تتغير فى هذه الحالة نسبة تقل الحركة بين الترس القائد والترس المنقاد عن الحالة الأولى.

تستخدم التروس لنقل القدرة بسرعة زاوية منتظمة من عمود الى آخر قريب منه . ونقل القدرة بواسطة التروس من الوسائل الجيدة والمحكمة لأنها تمكن أعمدة الأدارة أن تعمل وهى ملتصقه نسبيا ببعضها. وفى حالة أستعمال كراسى محاور مناسبة مع التشحيم أو التزييت المستمر للتروس نجد أن الفقد فى القدرة أثناء نقلها لا تزيد عن ١٪. وتمتاز التروس بأجابيتها فى نقل القدرة وثبات نسبة سرعات الدوران للأعمدة وكذلك احتياجه الى حيز صغير.



شكل (٦)

وتصنع التروس من حديد الزهر والصلب وسبائك الصلب ومن مواد آخرى. وتتوقف المادة المستخدمة فى صناعة التروس على سرعة الدوران والقدرة المنقولة وظروف التشغيل علاوة على حجم التروس.

يجب أن تكون أسنان التروس المعشقة مع بعضها من نفس المقاس والتصميم. حيث يجب أن تلامس على الاقل سنتان باستمرار. إن التصميم الجيد لقطع أسنان الترس يعتبر مهنة فى حد ذاتها، وعملية قطع وتفتيح هذه الاسنان بدقة يعتبر عملاً فنيا دقيقاً.

مميزات وسائل نقل الحركة بالتروس

Advantages of means of transmission by gears

تتميز وسائل نقل الحركة بالتروس بصفة عامة على وسائل نقل الحركة بالسيور بالآتى:

١- صغر حجمها.

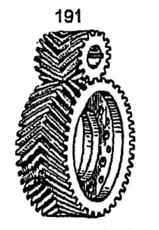
٢- دقة نقل الحركة وعزم الدوران من عمود لآخر (لعدم وجود الانزلاق الذى يحدث بالسيور)

٣- عدم وجود ضوضاء وخاصة بالسرعات العالية. (لدوران التروس داخل حمام زيتى)

٤- سهولة صيانتها.

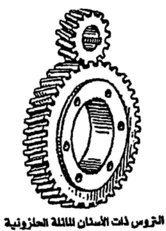
أنواع التروس Types of Gears:

يتوقف نوع التروس على تصميمه وتوجد أنواع متعددة من التروس التى يختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف شكل أسنانها، فيما يلى عرض لأنواع التروس (شكل ٨).



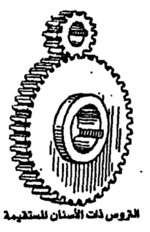
التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة

Herringbone gears



التروس ذات الأسنان المائلة الحلزونية

Helical gears



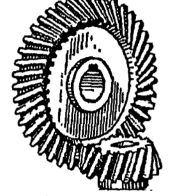
التروس ذات الأسنان المستقيمة

Straight Super gears



التروس المخروطية الحلزونية

Spiral bevel gears



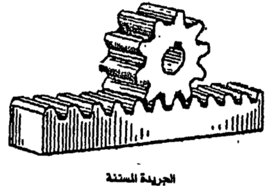
التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة

Bevel gears with sloping teeth



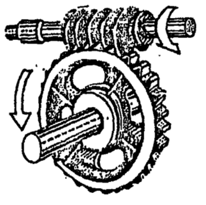
التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة

Bevel gears with straight teeth



الجريدة المسننة

Worm Gear



الترس الدودى والعجلة الدودية

Worm wheel and gear

١- التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدالة أو المهمازية)

Straight Super gears

التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدالة أو المهمازية) أسنانها مستقيمة وموازية لمحورها وتستخدم لنقل القدرة بين عمودين متوازيين وتعتبر هذه التروس من أكثر انواع التروس إنتشاراً فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية.. عندما تكون هذه الأعمدة قريبة نسبياً من بعضها البعض. وهى غالباً تسبب ضوضاء كما انها تعمل عادة على سرعات بطيئة. وتستخدم هذه التروس عادة فى اجهزة نقل الحركة للجرار من نوع الترس المنزلق حيث إنه من السهل تغيير التروس بواسطة الانزلاق على العمود من ترس الى آخر.

٢- التروس ذات الأسنان المائلة الحلزونية Helical gears

التروس ذات الأسنان المائلة الحلزونية أسنانها مائلة على محاورها بزاوية مناسبة. وتتميز التروس ذات الأسنان المائلة بالمتانة والتعشيق والتشغيل الهادئ الأكثر انتظاماً والخالى من الاهتزازات، من عيوبها هو وجود قوى دفع جانبية. ومميزاتها أنها تدور بهدوء وسهولة كما يمكن أستعمالها لأغراض السرعة العالية.

ويتم تعشيق احدى الاسنان مع سن أخرى خلال جزء من دورة الترس، وعلى ذلك يكون التشغيل بدون ضوضاء . وتكون الاسنان فى هذه الحالة أكثر قوة ومتانة وذلك لطول زمن التلامس. إلا أن هذه التروس يميل بعضها الى دفع بعضها الآخر جانبياً ، وعلى ذلك يجب أن توجد محامل جيدة تمتص قوة الدفع الجانبى وتكون مركبة على الاعمدة . وهذا النوع من التروس يستخدم بكثرة مع أجهزة نقل الحركة فى الجرارات.

٣- التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة Herringbone gears

التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة تحتوى كل منها على صفان من الأسنان المائلة المتلاصقة . تكون التروس الحلزونية المزدوجة الشكل مفتوحة بزاويتين كما لو كانت ترسين ذوى أسنان مائلة ملتصقين ببعضهما. تستخدم التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية للسرعات والقوى الكبيرة. الغرض من ازدواج الأسنان المائلة هو امتصاص الضغط المحورى الواقع على العمدة (قوى الدفع الجانبية) ومنع نقله إلى الحامل. وهذه التروس مرتفعة الثمن فى تصنيعها ونادراً وجودها فى الآلات الزراعية.

٤- التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة

Bevel gears with straight teeth

التروس المخروطية تستعمل لنقل القدرة بين عمودين متقاطعين وتسمى بالتروس المخروطية لأنها تتعشق فى بعضها مكونه شكل قطاع مخروطى. و التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة هى تروس على هيئة مخروط ناقص سطحها مشكل بأسنان مستقيمة. تستخدم هذه التروس عادة فى نقل الحركة الدائرية بين عمودين متعامدين (بزاوية 90^{o}) وهذا النوع من التروس يسبب ضوضاء. وعادة تدور بسرعة بطيئة. ويشيع استخدامها مع الآلات الزراعية التى تأخذ حركتها من عمود الادارة الخلفى.

٥- التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة

Bevel gears with sloping teeth

التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة هى تروس على هيئة مخروط ناقص سطحها مشكل بأسنان مائلة. تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية

للأعمدة المتعامدة (بزاوية ٩٠°). تتميز التروس المخروطية ذات الاسنان المائلة بالتعشيق والتشغيل الهادئ.

٦- التروس المخرطية الحلزونية Spiral bevel gears

التروس المخروطية الحلزونية هى تروس على هيئة مخروط ناقص، سطحها مشكل بأسنان مقوسة (على شكل قوس من دائرة) تستخدم هذه التروس عادة فى نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامدة للسرعات والقوى الكبيرة، كما يمكن استخدامها فى نقل الحركة الأعمدة المتقاطعة، بشرط تطابق أسنان التروس المعشقة. تتميز هذه التروس بالمتانة والتعشيق والتشغيل الهادئ دون أن تصدر ضجيجاً بالمقارنة مع التروس ذات الأسنان المستقيمة. ويساعد شكل السن الحلزونى على تقليل مستوى الضوضاء. وعادة تكون الزاوية بين أعمدة الدوران ٩٠ درجة إلا أنه يمكن استخدام أى زاوية أخرى عند تصميم مجموعة التروس. وتستخدم التروس المخروطية الحلزونية مع العديد من أعمدة الدوران لكثير من الجرارات والآلات ذاتية الحركة. كذلك تستخدم فى صندوق التروس الرئيسى لآلات عمل البالات التى تأخذ حركتها من عمود الادارة الخلفى.

٧- التروس الحلزونية المتعامدة Crossed spiral gears

التروس الحلزونية المتعامدة هى تروس اسطوانية أقطارها الخارجية مشكلة بأسنان مقوسة (على شكل قوس من دائرة) تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية للقدرات الصغيرة بين الأعمدة المتعامدة.

من أهم عيوب التروس الحلزونية المتعامدة هو عض الأسنان، لذلك يستخدم لتزليقها أثناء تشغيلها الزيوت العالية اللزوجة لتلافى العض. تعتبر التروس الحلزونية المتعامدة من مجموعات التروس القليلة الأنتشار لكثرة عيوبها بالإضافة إلى صغر عزم الدوران المنقول.

٩- الجريدة المسننة Worm Gear

تستعمل التروس ذات الأسنان المستقيمة مع الجريدة المسننة فى تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة والعكس. الجريدة المسننة عبارة عن ترس ذو قطر لا نهائى ويستعمل معها ترس صغير يسمى بنيون. والجريدة المسننة والتروس الصغيرة (البنيون) ويتم استخدامها عند الاحتياج الى حركة فى خط مستقيمة كما لو أنها موجودة فى ترس لا نهائى القطر. وهذا النوع نادر الاستخدام فى الآلات الزراعية ولكنه يوجد مضخات حقن الوقود فى محركات الديزل.

١٠- الترس الدودى والعجلة الدودية Worm wheel and gear

يسمى الترس الدودى بالبريمة اللانهائية. يستخدم الترس الدودى والعجلة الدودية لنقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامدة. يفضل استخدام الترس الدودى والعجلة الدودية عندما يتطلب الأمر الحصول على نسبة تخفيض كبيرة جداً فى نقل الحركة. عند دوران الترس الدودى دورة كاملة، تتحرك العجلة الدودية بمقدار سنة واحدة فقط. يمكن أن تكون العجلة الدودية ذات اسنان مستقيمة أو ذات أسنان مائلة . كما توجد تروس العجلة الدودية ذات أسنان مقوسة (مقعرة) والترس الدودى شبه كروى إلا انها قليلة الإنتشار.

ويصنع الترس الدودى فى صورة قريبة الشبه بأسنان القلاووظ حيث تعشق مع أسنان الترس الكبير. وتدخل القدرة الى الترس الدودى أولاً. ولا يمكن عكس اتجاه نقل القدرة لأن ذلك مستحيلاً وذلك بسبب الاحتكاك بين الترس الدودى والعجلة الترسية الكبيرة. ويستخدم هذا النوع من التروس فى ادارة المقطورات ذاتية التفريغ، وفى بعض تروس التوجيه ومع بعض الروافع اليدوية .

حسابات نقل الحركة بالتروس البسيطة

Calculations of transmission by simple Gears

إذا تساوى عدد أسنان ترس قائد مع عدد اسنان ترس منقاد، فإن السرعة المنقولة من الترس القائد إلى الترس المنقاد تكون متساوية أى بنسبة ١:١. حيث يتناسب عدد أسنان الترس القائد مع عدد أسنان الترس المنقاد تناسبا عكسيا مع سرعة دورانهما.

يعبر عن نسبة نقل الحركة بالتروس من العلاقة التالية:

$$R_r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

حيث:

R_t نسبة نقل الحركة.

n عدد أسنان الترس القائد

n_2 عدد أسنان الترس المنقاد

N_1 عدد لفات الترس القائد فى الدقيقة (r.p.m)

N_2 عدد لفات الترس المنقاد فى الدقيقة (r.p.m)

اى أن سرعة الدوران تتناسب عكسيا مع عدد الاسنان الترس.

وعند تصميم التروس يجب أن تتساوى الخطوة فى كل من الترسين حتى يمكن نقل الحركة بسهولة وبالتالى نجد ان عدد أسنان الترس تتناسب مع محيطه اى تتناسب مع نصف قطره وعلى ذلك فإن:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

اى أن العزم يتناسب مع نصف القطر

$$\frac{N_2}{N_1}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

رابعاً: النقل بالجنازير والعجلات المسننة Chain Drives :

تعتبر الجنازير من وسائل نقل القدرة الشائعة. وتستخدم لنقل القدرة بين أعمدة الدوران (والمركب عليها عجلات مسننة مثل التروس) عندما تكون المسافة بين محاورها كبيرة نسبياً، وعندما يتطلب نسبة ثابتة من تخفيض السرعة، وذلك لأنعدام الانزلاق بينهما وبين العجلات المسننة. والسرعات فيها اقل بكثير من السرعات المستخدمة فى السيور. كما تستخدم الجنازير أيضا فى نقل ورفع المواد (مثل الحبوب ومواد علائق الماشية والدواجن فى المزارع المختلفة).

ولضمان نقل القدرة بكفاءة عالية مع زيادة فترة استعمال الجنازير يجب تشحيمها، ويفضل وضع الجنزير مع العجلات المسننة (أى وحدة النقل) فى صندوق مغلق به زيت للتزييت.

العجلات المسننة التى تعمل مع جنازير ذات بكرات يجب الا يقل عدد أسنانها عن عشر أسنان وذلك تلافياً للتآكل الشديد. والعجلات المسننة الصغيرة تتسبب فى زيادة تأثير الثنى على الجنزير وبالتالى زيادة التآكل.

إحدى العجلات المسننة المستخدمة مع الجنازير يجب أن تكون قابلة للحركة حتى يمكن ضبط ارتخاء الجنزير يجب أن تكون قابلة للحركة حتى يمكن ضبط ارتخاء الجنزير. وفى حالة ما اذا كانت العجلة المسننة القائدة أو التابعة غير قابلة للتحريك فتستخدم عجلة مسننة وسيطة لضبط الارتخاء.

يعمل الطرف المرخى من الجنزير عادة بدون أى شد ماعدا تأثير وزن الجنزير فقط. ويجب وضع العجلة المسننة الوسيطة فى الجانب المرتخى وبالقرب من العجلة المسننة الصغيرة كما هو موضح بشكل (٩) وفى هذا الوضع تعمل العجلة الوسيطة على المساعدة فى تحسين التفاف الجنزير حول العجلة المسننة الصغرى. وما دامت فى هذا الوضع من الطرف المرتخى فمن النادر أن يتم تحميلها بشدة إلا إذا عكس اتجاه الحركة فى الجنزير.

والجنازير المستخدمة مع الآلات الزراعية نوعان وهى الحلقات المتشابكة والبكرات، وتصنيع الجنازير ذات الحلقات المتشابكة من الصلب أو الحديد المطروق. ويتم كبس الوصلات الصلب من صلب متوسط الكربون وبالتالى فإن حواجز الوصلة تكون ذات سطح أملس ولكن أركانها وحوافها قد تكون حادة. أما الوصلات المصنوعة من الحديد الطرى فيتم تصنيعها عن طريق الصب للحديد المنصهر داخل قوالب رملية وعلى ذلك تكون أسطحها غير ملساء والأركان مستدير الى حد ما.

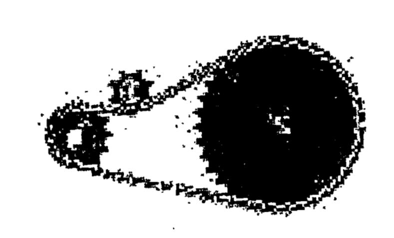
يمكن تركيب أو فك الوصلات المتشابكة عن طريق سحب الأعمدة من الكلابات للوصلات المتلاصقة. ويعمل هذا النوع من الجنازير عادة بوضع نهايات الكلابة فى اتجاه القيادة وفتحات الكلابة فى الاتجاه الخارجى للجنازير.

وعند استخدام الوصلات المتشابكة فى النقل لمسافات طويلة، يمكن تقليل التآكل للعجلة المسننة القائدة بحيث يكون وضع الكلابات فى وضع انقيادى. وعادة يتم تشغيل هذا النوع من الجنازير على سرعات بطيئة تصل الى ١٠٠ متر/دقيقة.

تصنع الجنازير ذات البكرات الدقيقة الضبط بدقة أكثر مما هو موجود بالوصلات المتشابكة. وتصنع من وصلات متابعة من البكرات وأعمدة للوصل تثبت بواسطة مسامير. وتكون الوصلات أو البطانات المعدنية حرة الحركة.

يجب تشغيل الجنازير ذات البكرات الدقيقة مع بكرات ذات أسنان معالجة آليا ويجب تزييتها أحيانا. وهذه الجنازير قد تعمل عادة على سرعات تتراوح بين ٣٠٠ - ٣٦٥ متر/دقيقة وتحت ظروف تزييت مناسبة قد تعمل على سرعات تصل الى ١٢٠٠متر/دقيقة.

حساب عدد الأسنان وسرعات العجلات المسننة يمكن إيجاده بمعادلة مماثلة لمعادلة سيور نقل الحركة وذلك بوضع عدد الأسنان مكان أقطار الطارات وهذه العملية ممكنة حيث يتناسب عدد أسنان العجلة مع قطرها.



شكل (٩): وحدة إدارة بالجنزير وبها عجلة وسيطة فى وضعها الصحيح

الفصل الرابع

محركات الاحتراق الداخلى

Internal Combustion Engines

٢-١- مقدمة :

هذه المحركات يتم تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقود عند احتراقه مباشرة فى اسطوانات المحرك الى طاقة حرارية ثم تحويل الطاقة الحرارية الناتجة الى طاقة ميكانيكية. وسوف نستعرض فى هذا الباب كل مع يتعلق بأنواع وأجزاء المحرك ونظريات عمله.

٢-٢- تقسيم محركات الاحتراق الداخلى

Classification of Internal Combustion Engine

يمكن تقسيم محركات الاحتراق الداخلى الى :

١- من حيث طريقة الاشتعال By The Ignition Method

أ- محركات الإشتعال بواسطة الشرارة Spark Ignition Engines

- المحرك البنزينى Benzene Engine

يستخدم فى هذه المحركات وقود سريع (البنزين) و يدخل هذا الوقود فى اسطوانة المحرك بعد تحويله الى رذاذ، و خلطه بكمية معينة من الهواء، ويتم ذلك خارج اسطوانة المحرك فى جهاز خاص يسمى المغذى Carburetor ، وهذا الجهاز يخلط الوقود بالهواء بنسب

معينة يمكن التحكم فيها، و يتم الإشعال بواسطة شرارة كهربائية فى نهاية شوط الضغط.

- المحرك الغازى Gas Engine

الوقود المستخدم فى هذا المحرك هو الغاز الطبيعى أو الغاز الناتج من مولد غازى، ويستخدم المحرك الغازى خليطا من الغاز والهواء اللذان يضغطان سويا بعد خلطهما جيدا، وبعد حدوث الشرارة ينتشر اللهب داخل المخلوط وتتم عملية الاحتــراق.

- المحرك المشترك بنزين أو غاز:

هو محرك مشترك يعمل باستخدام الوقود السائل (بنـزين مثلاً) والوقود الغازي (الغاز الطبيعي) كلا على حدي. وهو محرك بنـزيني في الأصل ويمكن تعديله ليعمل بالغاز كما هو الحال الآن في السيارات التي تعمل بالغاز الطبيعي بمصر حيث يعمل المحرك على وقود الغاز الطبيعي فقط وعند عدم توفير الغاز يتم تحويله لاستخدام وقود السائل (بنزين).

ب ـ محركات الاشتعال بالانضغاط Combustion Ignition Engines

ويتم الاشتعال بواسطة رفع ضغط الشحنة إلى درجة الاشتعال الذاتي للوقود و بعد ذلك يتم دفع الوقود إلى الهواء المضغوط الموجود داخل غرفة الاحتراق.

- محركات الديزل Diesel Engines

في هذه المحركات يسحب الهواء النقي ثم يحفظ تحت ضغط عالي فينتج عن ذلك ارتفاع كبير في درجة الحرارة، ويدفع الوقود الديزل حيث يختلط بالهواء المضغوط الموجود بها ، فيشتعل هذا

الخليط تلقائيا نتيجة للحرارة العالية الناتجة عن الانضغاط، ويستخدم في هذه المحركات وقود السولار وهو اقل تطايرا من وقود محركات الإشعال بالشرارة.

- المحرك المختلط Gas-Diesel Engine

في هذا المحرك يستخدم غاز الميثان أو الغاز الطبيعي وهى غازات تحتمل نسبة انضغاط عالية و يصمم المحرك تماما كالمحرك الديزل العادي وتسحب غاز وهواء يتم خلطهم وضغطهم ثم يحقن الديزل في الخليط المضغوط الساكن فيشتعل مخلوط الهواء والغاز.

٢- من حيث عدد الأشواط في الدورة الحرارية

أ- محركات رباعية الأشواط Four Stroke Engines

يتم فى هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية فى أربعة أشواط.

ب- محركات ثنائية الأشواط Two Stroke Engines

يتم فى هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية فى شوطين.

٣- من حيث عدد الاسطوانات

أ- محركات ذات اسطوانة واحدة Single Cylinder Engines

ب- محركات متعددة الاسطوانات Multi cylinder Engines

٤- من حيث ترتيب الاسطوانات

تعتبر طريقة ترتيب الاسطوانات واحدة من أكثر الطرق شيوعا لتصنيف المحركات الترددية.

أ- المحركات المستقيمة In-Line Engines

المحرك المستقيم عبارة عن محرك يحتوى على صف واحد من الأسطوانات، أو بتعبير آخر هو المحرك الذي ترتب فيه الأسطوانات بصورة خطية ويتم نقل القدرة من هذه الأسطوانات إلى عمود مرفقي واحد ، وينتشر استعمال هذا النوع من المحركات في السيارات ، وتعتبر المحركات ذات أربعة أسطوانات والمحركات ذات ست أسطوانات المرتبة خطيا من النوع الشائع لهذه المحركات .

ب- المحركات على هيئة حرف V-Type Engines V

في هذا النوع من المحركات يتم ترتيب الأسطوانات في صفين على عمود مرفقي واحد بينهما زاوية مقدارها ٩٠° ، و ينتشر هذا النوع في محركات المركبات الكبيرة و التي يلزمها محرك متعدد الأسطوانات في حيز ضيق.

- الأجزاء الرئيسية للمحرك Engine Parts

تتكون محركات الاحتراق الداخلي مهما اختلفت تصميماتها من الأجزاء الآتية :

أ- الأجزاء الثابتة في المحرك وتشمل :

- كتلة الأسطوانات Cylinders Block
- رأس الأسطوانات Cylinders Head
- علبة المرفق (علبة الكارتير) Crank Case
- الكراسى الرئيسية (المحاور) Bearing

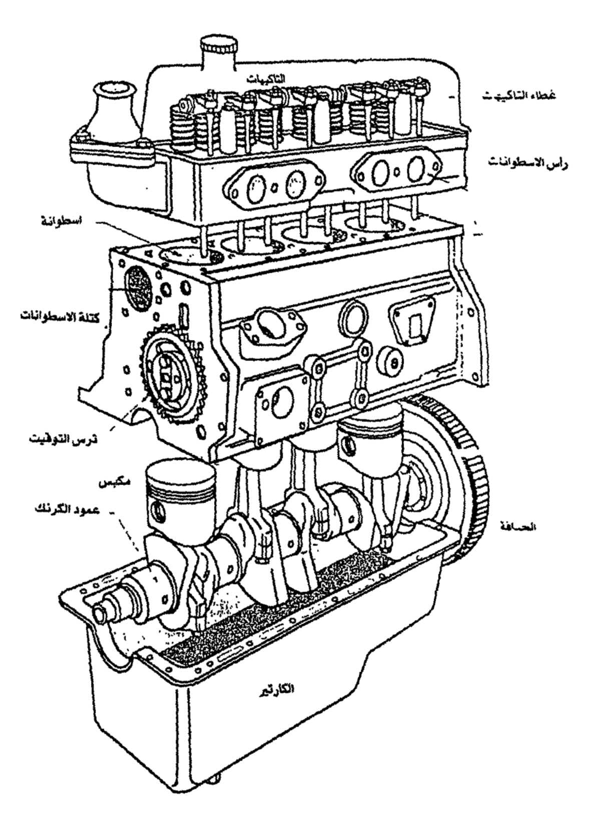
ب- الأجزاء المتحركة وتسمى المجموعة المرفقية وتشمل:

- عمود المرفق (الكرنك) Crank Shaft
- المكبس Piston
- الشنابر Rings
- ذراع التوصيل Connecting Rod
- الحدافة Flywheel

جـ- مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات و تشمل:

- عمود الكامات Camshaft
- الصمامات Valves
- التاكيهات Rockers
- عمود التاكيهات Rocker Arm

وتوضح الشكل (١٠) الأجزاء الرئيسية لمحرك الاحتراق.



شكل (١٠): الأجزاء الرئيسية لمحرك احتراق داخلى رباعى الأسطوانات

٢-٢-١- الأجزاء الثابتة فى المحرك:

أ- كتلة الاسطوانات Cylinders Block

تصنع كتلة الاسطوانات من الزهر الرمادى ويتميز الزهر الرمادى بأنه رخيص الثمن ويتحمل درجة الحرارة والضغوط العالية التى تحدث داخل الاسطوانة دون حدوث أى اعوجاج فيه، كما أن الزهر الرمادى يقاوم التآكل وقادر على امتصاص الذبذبة ويقاوم الصدأ، واذا ما تطلب الحال زيادة فى صلادته وقوته صنع على شكل سبيكة بإضافة النيكل أو الكروم إليه وربما تصنع كتلة الاسطوانات من الصلب كما يستعمل الألونيوم لخفة الوزن، تزود كتل الاسطوانات عادة بجلب الاسطوانة (بطانة) وهى عبارة عن اسطوانة رقيقة من حديد الزهر المسبوك الرمادى أو الصلب أو غير ذلك من السبائك المعدنية، حيث يمكن تغييرها بسهولة عندما تتآكل بدلا من خراطة الاسطوانة نفسها.

ب- رأس الاسطوانات Cylinders Head

هو الغطاء العلوى لكتلة الاسطوانات وعادة تسمى راس الاسطوانات Cylinders head، وتصنع رأس الاسطوانات من الحديد الزهر الرمادى وقد تستعمل فى صناعته سبيكة الألونيوم التى تمتاز بمقدرتها على توصيل الحرارة، وهذه الخاصية مرغوبة لشدة تعرض رأس الاسطوانات لدرجات الحرارة العالية الناتجة من الاحتراق، ويثبت رأس الاسطوانات بإحكام بكتلة الاسطوانات بواسطة مسامير ربط، ويجب أن تكون الوصلة بين رأس الاسطوانات وكتلة الاسطوانات محكمة وقادرة على تحمل الضغط والحرارة الناتجة من الاحتراق، لذلك يوضع جوان بينهما يعرف بجوان رأس الاسطوانات،

وفائدة جوان الاسطوانات هى منع مياه التبريد من التسرب إلى غرف الاحتراق

أو منع تسرب الغازات بين الاسطوانات.

جـ - علبة المرفق (علبة الكارتير) Crank Case

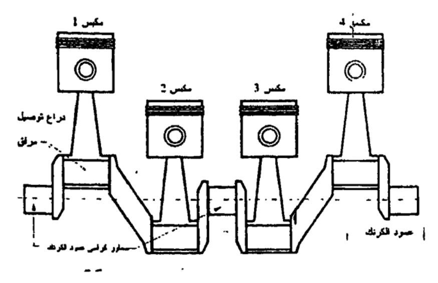
تصنع عادة علبة المرفق من صلب مضغوط ، وتثبت فى الجانب السفلى لكتلة الاسطوانات وللحصول على مانع تسرب محكم يوضع جوان بينهما وتحتوى علبة المرفق على الزيت اللازم لتزييت المحرك ونظرا لضرورة تغيير هذا الزيت من حين لآخر فإن الحوض يزود بفتحة لتصريف الزيت توضع فى أسفل موضع فيه.

٢-٢-٢- الأجزاء المتحركة (المجموعة المرفقية)

تقوم هذه المجموعة بتحويل حركة المكبس الترددية إلى حركة دورانية على عمود المرفق (الكرنك) وتتكون هذه المجموعة من الوحدات الرئيسية التالية: المكبس و ذراع التوصيل وعمود المرفق (الكرنك) والحدافة (شكل١١).

أ- المكبس Piston

يتوقف شكل مكابس محركات الاحتراق الداخلى على نوع الدورة الحرارية التى تعمل بها هذه المحركات ، فمثلا فى محركات الديزل نجد عادة تجاويف فى رءوس المكابس لتشغل جزء من غرفة الاحتراق وكذلك لتعمل على سرعة خلط الهواء مع الوقود، المكابس تصنع فى البداية من الحديد الزهر الرمادى، والسبائك الخفيفة، ويحتوى جذع المكبس على ثقبان (عروتين لهما فتحتان لبنز المكبس).



شكل (١١): مجموعة الأجزاء المتحركة

وتعـرف المسـافة بـين المكـبس والجـدار الـداخلى للاسـطوانة بخلـوص المكبس *Piston Clearance*.

يوجـد مجارى مقطوعـة فـى المكـبس فى الجـزء الأعلـى منـه .توضـع داخل هـذه مجـارى الشـنابر حـول السطــح الخـارجى للمكبستعرف بشنابر المكبس Piston Rings وهى عبارة عـن حلقات دائريـة مشقوقة حتى لا يصعب تركيبها فى المكبس، والغرض من الشنابر هو منـع تسـرب الغـازات بـين المكبس وجدران الاسطوانة وكذلك العمـل على توزيـع زيـوت التزييـت توزيعـا تاما ومنتظمـا علـى جـدران الاسـطوانة وأخـيرا المساعدة على تبريـد المكبس. ويختلـف عـدد وأنـواع الشـنابر بـاختلاف نـوع المحـرك ومعظـم المحركـات ذات ثلاثة أو أربعة شنابر، وتنقسم الشـنابر إلى نـوعين ، منهـا شـنابر ضـغط ومنهـا شنابر التزييت.و شنابر ضـغط توجد فـى الجـزء العلـوى مـن المكـبس ويـتراوح إعدادها من اثنين إلى أربعة، وتعمل هذه الشنابر على منـع التسـرب مـن خـلال

خلوص المكبس كما أنها تساعد على تبريد المكبس بنقل أكبر جزء من حرارة المكبس إلى جدران الاسطوانة. تعمل شنابر التزييت على ضبط كمية زيت التزييت على جدران الاسطوانة وإعادة الزائد منها إلى علبة المرفق وشنبر الزيت يركب فى الجزء السفلى من المكبس، وشنابر الزيت بها ثقوب حيث يمر الزيت المكشوط من جدران الاسطوانة خلال هذه الثقوب، ومن خلال ثقوب توجد فى مجارى شنابر الزيت بالمكبس ويعاد الزيت مرة أخرى إلى علبة المرفق.

بنز المكبس Piston Pin: هو الجزء الذى يصل المكبس بالنهاية الصغرى لذراع التوصيل ويحمل البنز فى ثقبى المكبس ويمر داخل النهاية الصغرى لذراع التوصيل

ب- ذراع التوصيل Connecting Rod

هو الذراع الذى ينقل ضغط الغازات المؤثر على المكبس إلى عمود المرفق والحدافة ويثبت مفصليا فى بنز المكبس والمرفق ، وبواسطة ذراع التوصيل تتحول الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دائرية على عمود المرفق ، ولذراع التوصيل نهاية صغرى كاملة تتصل بالمكبس بواسطة بنز المكبس ويوجد لذراع التوصيل نهاية كبرى تصل النهاية الكبرى لذراع التوصيل من نصفين يضمان بينهما سبيكة (مقسمة بدورها إلى قسمين) وتكون بمثابة كرسى محمول فوق بنز المرفق .

جـ- عمود المرفق(عمود الكرنك) Crank Shaft

يصنع عمود المرفق من الصلب النيكلى الكرومى أو الصلب المصبوب أو الصلب المطروق. مع تقوية السطح الخارجى بحيث يكون ذى مقاومة

ميكانيكية عالية. ويتوقف شكل المرفق حسب عدد وترتيب الأسطوانات للمحرك.

د- الحدافة Flywheel

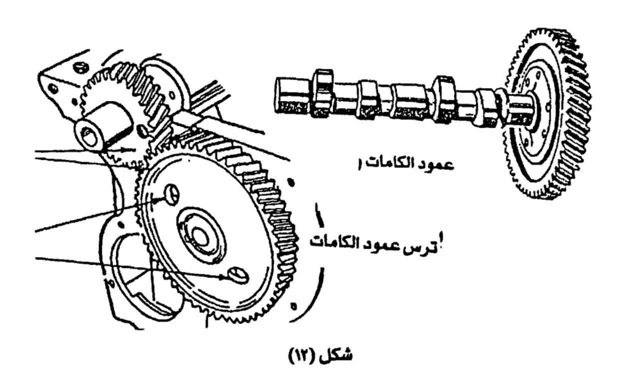
الحدافة عبارة عن عجلة من الصلب ثقيلة إلى حد ما، تتصل بالنهاية الخلفية لعمود الكرنك. وتعمل الحدافة على إختزان كمية من طاقة الحركة التى تكتسبها فى شوط التشغيل، وإعطاء جزء من هذه الطاقة إلى باقى الأشواط (السحب - الضغط - العادم) و من ثم فإنها تكفل الدوران المستمر للمحرك، وكلما زاد عدد الاسطوانات كلما أمكن تقليل كتلة الحدافة بمعنى أن كتلة الحدافة تتناسب عكسيا مع عدد الاسطوانات، ويوجد على المحيط الخارجى للحدافة أسنان تعرف بإسم ترس الحدافة، يعشق هذا الترس مع ترس البندكس المركب على محور المارش، كما يستخدم الوجه الخلفى للحدافة كعضو إدارة للقابض.

٣- مجموعة توقيت حركة الصمامات

تشتمل مجموعة توقيت حركة الصمامات على الأجزاء التالية: الكامات وعمود الكامات و الصمامات وياياتها والأذرع المتأرجحة وأذرع الدفع وروافع التاكيهات. ولا تستخدم مجموعة توقيت حركة المحركات الثنائية الأشواط فيتم بواسطة فتح وغلق فتحات بجدران الاسطوانات.

أ- الكامات وعمود الكامات Cams and Camshaft

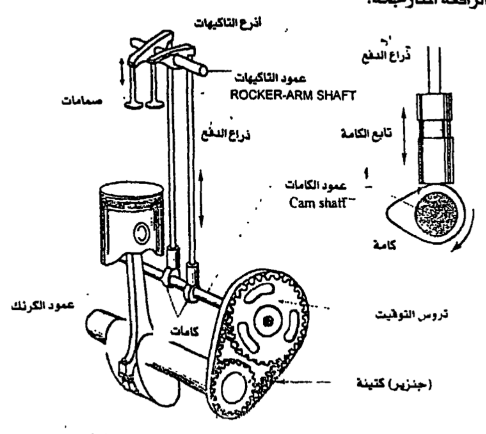
الكامة هى جهاز يمكن بواسطته تحويل الحركة الدائرية إلى حركة خطية . ويفتح ويقفل صماما السحب والعادم بواسطة الكامات الموجودة على عمود الكامات، ويأخذ عمود الكامات حركته من عمود المرفق، إما بواسطة عجلات مسننة وجنزير أو بواسطة ترسين، ويحتوى الترس أو العجلة المسننة المركبة على عمود الكامات على عدد من الأسنان ضعف عدد الأسنان الموجودة على عمود المرفق، أى أن عمود الكامات يدور بسرعة تساوى نصف سرعة عمود المرفق، وعليه فكل لفتين من لفات عمود المرفق يقابلهما لفة واحدة لعمود الكامات (شكل ١٢).



شكل (١٢)

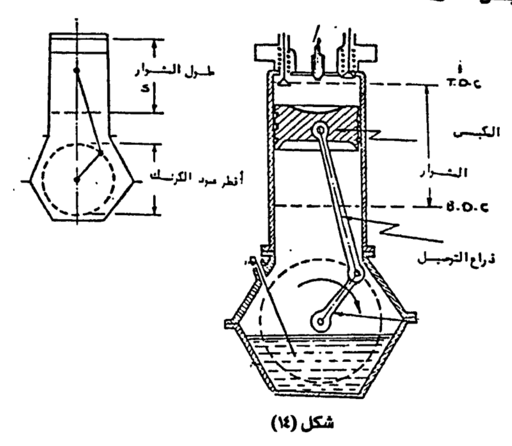
ب- الصمامات Valves :

سبق أن ذكرنا أن لكل اسطوانة صمامين: صمام سحب و صمام عادم ووظيفة الصمامات هى ضبط دخول الغازات الجديدة و خروج غازات العادم ويجب أن تضمن الصمامات منع التسرب من غرف الاحتراق فى أثناء الإنضغاط والتمدد لتفادى حدوث أى انخفاض فى الضغط. يستعمل ساق دافعه ورافعة متأرجحة لتشغيل الصمامات . يرتكز على الكامة ذراع يؤثر على طرف رافعة متأرجحة فيدفعها الى أعلى ويهبط طرفها الأخر الى أسفل مؤثرا على ساق الصمام فيؤدى ذلك الى فتحة ضد ضغط الياى. ويمكن ضبط الخلوص بواسطة مسمار الضبط فى طرف الرافعة المتأرجحة.



شكل (١٣): مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات

٣- بعض التعاريفات الاساسية للمحرك (شكل ١٤)



شكل (١٤)

- المشوار Stroke : وهو المسافة التى يتحركها سطح المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ونلاحظ أن طول المشوار المكبس يساوى قطر دائرة دوران عمود الكرنك.

- النقطة الميتة العليا (ن.م.ع.) Top Dead center (TDC)

وهى اعلى نقطة يصل عندها سطح المكبس خلال تحركه فى المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- النقطة الميتة السفلى (ن.م.س.)Bottom Dead Center (BDC)

وهى أسفل نقطة يصل اليها سطح المكبس خلال تحركه فى المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- حجم الخلوص   The Clearance Volume "V_s"

هوحجم فوق سطح المكبس عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة العليا، وهذا الحيز يطلق عليه أيضا أسم غرفة الاحتراق .

- ازاحة المكبس   Piston Displacement

أزاحة المكبس هى الحجم الذى يزيحه المكبس عند حركته من أعلى الى أسفل نقطه داخل الأسطوانة أى من النقطة الميتة العليا T.D.C الى النقطه الميته السفلى .B.D.C وتعرف أزاحة المكبس أيضا بحجم المشوار Vs وهو الحجم بين النقطه الميته العليا T.D.C والنقطه الميته السفلى B.D.C.

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

حيث :

V_s - حجم المشوار سم٣ Stroke Volume, cm٣

D - قطر الأسطوانة سم Cylinder diameter, cm

S - طول المشوار للمكبس سم Piston Stroke, cm

- نسبة الأنضغاط (الكبس) The Compression Ratio $C.R$

تعرف نسبة الأنضغاط (الكبس) على أنها النسبة بين الحجم الذى يصل إليه المكبس عند وصولة الى النقطة الميتة السفلى الى الحجم الذى يصل إليه المكبس عند وصوله الى النقطة الميتة العليا.

$$C.R = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

حيث: V_c= حجم الخلوص سم٣ Clearance Volume cm^3

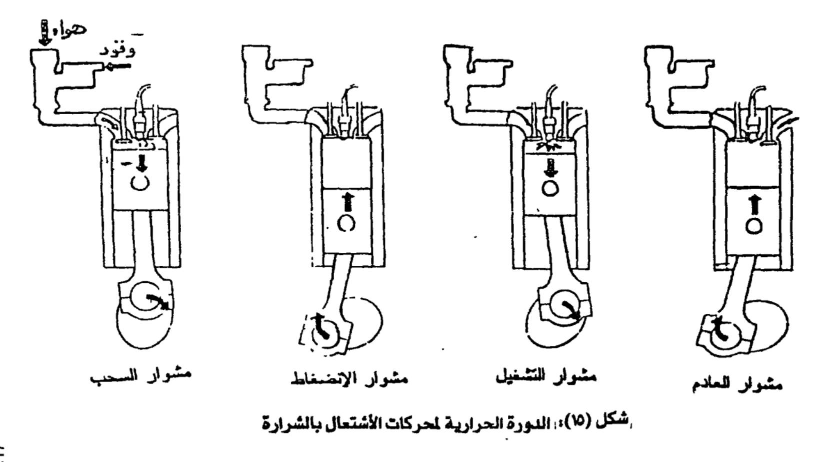
Vs = حجم المشوارسم٣ Stroke Volume, cm^3

ونسبة الكبس تتراوح فى محركات الأشتعال بالشرارة (بنزين) من٤:١ الى ١٢ :١. أما نسبة الكبس فى محركات الديزل فتتراوح بين ١٤ :١ الى ٢٢ : ١ وهذه النسبة العالية لأن زيادة ضغط الهواء يزيد من سهولة وسرعة احتراق الوقود عند حقنه. ولكن فى نفس الوقت تحتاج نسبة الكبس العالية الى قوة تحمل عالية للمواد المصنع منها أجزاء المحرك مما يزيد من ثمن محرك الديزل اذا ما قورن بمحرك بنزين مساوى له فى القدره الناتجة منه.

٤- المحركات رباعية الأشواط

٤-١- محركات الاشتعال بالشرارة Spark ignition Engine

وتسمى محركات البنزين او محركات اوتو Otto نسبة إلى العالم الألمانى اوتو الذى أكتشف هذه الدورة. وتستخدم وقود البنزين فى هذه المحركات ولتوضيح تلك الدورة مع محرك مكون من أسطوانة واحدة وعليه يمكن أجراء الدورة الحرارية فى هذه الاسطوانة كما فى شكل (١٥) على النحو التالى:



شكل (١٥): الدورة الحرارية لمحركات الأشتعال بالشرارة

- مشوار السحب Intake Stroke :

وفيه تتم حركة المكبس ابتداءاً من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل وفى نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح والذى يندفع من خلاله إلى الاسطوانة مخلوط من الهواء والبنزين والذى تم خلطه مسبقاً خارج الاسطوانة فى جهاز خلط الوقود بالهواء والذى يسمى بالكاربراتير حتى ان يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى.

- مشوار الضغط Compression Strake

وفى هذا المشوار يكون صمام السحب مغلق ويتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى أعلى، ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى يقل حجم المخلوط ويزداد الضغط داخل الاسطوانة وبالتالى ترتفع درجة حرارته على حسب القانون العام للغازات، ودرجة الحرارة فى نهاية الشوط أقل بقليل من درجة الاشتعال الذاتى للمخلوط. ويمكن المساعدة على عملية الاشتعال باعطاء شرارة كهربائية من شمعة الاشتعال، وينتج عن عملية الاشتعال غازات تحت ضغط عالى تحاول أن تضغط على سطح المكبس لتحركه إلى أسفل.

- مشوار التشغيل Power Stroke

ويسمى أحياناً بمشوار التمدد. فنتيجة لضغط الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال تتولد قوة كبيرة على سطح المكبس تحاول أن تحركه من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى. وهذا هو المشوار المفيد فى الدورة الحرارية والتى يستفاد به فى إدارة عمود الكرنك، والمفروض أن

يستفاد بجزء من هذه الطاقة فى تشغيل المشاوير الأخرى (العادم ـ السحب ـ الضغط).

- مشوار العادم Exhaust Stroke

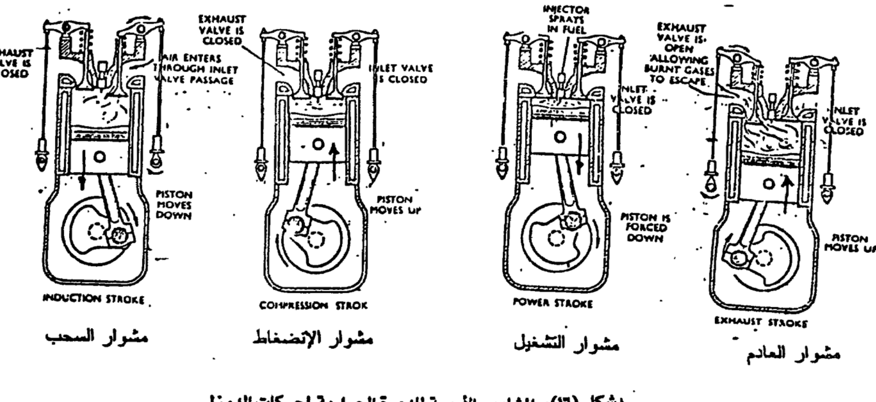
نتيجة عملية اشتعال الوقود داخل الاسطوانة تتولد عنها غازات يجب التخلص منه أو الاستفادة من هذه الطاقة الحرارية لتسخين الوقود الذى يدخل إلى الاسطوانة فى الدورات التالية لعمل دورة حرارية أخرى جديدة. ويتم التخلص من الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال عن طريق آخر يسمى صمام العادم Exhaust Valve فعندما يصل المكبس قرب النقطة الميتة السفلى يتم فتح صمام العادم ويتحرك المكبس متجهاً إلى أعلى حتى يصل إلى النقطة الميتة العليا لتبدأ دورة حرارية جديدة.

٤-٢- محركات الاشتعال بالضغط (ديزل)

وهذا النوع من المحركات يستخدم السولار كوقود. ونظراً لاختلاف درجة تطاير الوقود المستخدم هنا عن المحركات السابقة فإن بها دورة حرارية مختلفة تماما عن السابقة وشكل (١٦) يوضح المشاوير الأربعة لمحركات الديزل.

- مشوار السحب Intake Stroke :

وفيه يتم تحرك المكبس من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل وفى نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح ويدخل عن طريقه هواء فقط حتى ان يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى وعندها يغلق صمام السحب.



شكل (١٦): المشاوير الأربعة للدورة الحرارية لمحركات الديزل

- مشوار الضغط Compression Strake

يتحرك من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى اعلى وبهذا يقل حجم الهواء ويرتفع ضغطه وبالتالى درجة حرارته، ونتيجة أن نسبة الكبس تكون أعلى فى المحركات الديزل عن محركات البنزين فتصل درجة الحرارة فى نهاية مشوار الضغط إلى ٦٠٠ درجة مئوية أى نحو ضعف درجة الحرارة فى محركات البنزين. وبهذا فإن الهواء يصل إلى درجة حرارة تكفى للاشتعال الذاتى لوقود السولار تقريباً يبدأ الرشاش فى إعطاء شحنة من الوقود داخل الاسطوانة تحت ضغط عالى على هيئة رزاز صغير يختلط بالهواء الساخن وتنتج عملية الاشتعال تحت ضغط ثابت وينتج عنها غازات تحت ضغط عالى.

- مشوار التشغيل Power Stroke

يبدأ المكبس فى حركته من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى اسفل نتيجة ضغط الغازات على المكبس حتى يصل تقريباً إلى النقطة الميتة السفلى، وأيضاً هذا الشوط هو المفيد فى الدورة الحرارية لإدارة عمود المحرك ويجب ايضاً توفير جزء من هذه الطاقة الناتجة لاستخدامها للأشواط الأخرى مثل شوط العادم والسحب والضغط.

- مشوار العادم Exhaust Stroke

نتيجة عملية الآشتعال يتولد غازات محترقة يجب التخلص منها قبل البدء فى دورة حرارية جديدة ، فعندما يكون المكبس تقريباً عند النقطة الميتة السفلى يبدأ صمام العادم فى الفتح ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى تزاح أمامه غازات العأدم.

٦- المحرك المتعدد الاسطوانات

فـى المحـرك الربـاعى المشوار نجـد أن الشـوط الفعـال (المفيـد) فـى الـدورة الحرارية هو شوط التشغيل والذى يمكـن الحصـول عليـه كـل ٢ لفـة من عـدد لفات عمود الكرنك إذا كان المحرك يحتـوى علـى أسـطوانة واحـدة ولذلك يجب الاستفادة من الطاقة الميكانيكية الناتجة مـن هـذا الشـوط لمـد الأشواط التالية الأخرى بالحركة. ويمكن إجراء ذلك الحدافـة Flywheel فبعد إدارة المحرك تبدأ الحدافة فى أخـذ قـوى ذاتيـة تسـمى قـوى القصـور الذاتى والتى لها المقدرة على أعطاء عزم يساعد علـى دوران عمـود الكرنـك وبالتالى يمكـن مـد الأشـواط المتتاليـة لشـوط التشـغيل بالحركـة المسـتمرة، وحجم الحدافة يعتمد على عدد اسطوانات المحرك.

أما إذا كـان المحـرك مكـون مـن أسـطوانتين ووضعت بالتبـادل مـع بعضها فإن المحرك ينـتج ٢ شوط تشغيل لكل لفة من دوران عمـود الكرنـك وبالتالى فإن العـزم الـلازم مـن الحدافـة لإدارة عمـود الكرنـك فـى الأشـواط الأخرى يكون النصف إذا ما قورن لمحرك به اسطوانة واحـدة وبالتـالى فـإن وزن الحدافة يقل عن وزنها فى حالة اسطوانة واحدة.

٧- عناصر قياس أداء المحركات

يعد أداء المحرك مؤشـرا لدرجـة نجاح المحـرك فـى تحويـل الطاقـة الكيماويـة المخزونـة فـى الوقـود الى شغل ميكـانيكى مفيـد. ولتقيـيم أداء المحرك هناك بعض العناصر أو ما يعرف بمعاملات الأداء.

- الشغل البياني: هو الشغل الناتج من الدورة الحرارية في محركات الأحتراق الداخلي.

- القدرة البيانية: Indicated Power هي القدرة فوق سطح المكبس والناتجة من شغل الدورة الحرارية الواحد لكل الأسطوانة. ويمكن تحديد القدرة البيانية كما يلي:

القدرة = $\frac{\text{شغل}}{\text{زمن}}$ $\qquad$ $\therefore Power = \frac{Work}{Time}$

القدرة البيانية = $\frac{\text{الشغل البياني في الدورة الحرارية}}{\text{زمن الدورة الحرارية}}$

$$Indicated\ Power = \frac{Work\ of\ heat\ cycle}{time\ of\ heat\ cycle}$$

زمن الدورة الحرارية للمحرك الرباعي

$$Time\ of\ one\ engine\ heat\ cycle = \frac{2\times 60}{N}\sec \quad (for\ four\ stroke)$$

حيث: N = سرعة عمود الكرنك (لفة/ دقيقة)

على ذلك تكون القدره البيانية *I.P*

$$I.P = \frac{(IWD)\times N}{2\times 60}\frac{\times n}{\times 1000}$$

حيث:

IWD = الشغل الناتج من الدورة الحرارية N.m (نيوتن متر)

I.P - القدرة البيانية (كيلو وات kW)

وتحويل الشغل إلى حاصل ضرب قوة دفع المكبس F × طول المشوار S يمكن إيجاد القدره البيانية من العلاقة الأتية:-

$$I.P = \frac{F \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث: F - قوة دفع المكبس الى اسفل (نيوتن)

S - طول المشوار (متر).

وهذه القوة يمكن التعويض عنها بحاصل ضرب ضغط × مساحة.

ويمثل الضغط بالضغط على سطح المكبس وتمثل المساحة بمساحة سطح المكبس. وعلى ذلك يمكن إيجاد القدرة البيانية على النحو التالى:

$$I.P = \frac{P_i \times \frac{\pi D^2}{4} \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث:

D - قطر الأسطوانة (متر)

P_i = متوسط الضغط البيانى الفعال (بسكال)

indicated mean effect pressure (I.m.e.p) (Pa)

- الكفاءة الحرارية البيانية (Indicated Thermal Efficiency)

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحرك الى شغل بيانى فوق سطح المكبس الى كمية الحرارة الناتجة من أحتراق الوقود. وتستخدم الكفاءة الحرارية البيانية لبيان مدى الأستفادة من الحرارة الكلية الناتجة من الأحتراق.

- الفواقد الميكانيكية *Mechanical Losses*

وهى الفواقد فى التغلب على كل المقاومات ضد حركة المحرك.

- القدرة الفرملية (*Brake Power*)

وهى القدرة على عمود الكرنك وهى مستمد من القدرة البيانية للمحرك عن طريق ذراع التوصيل ومجموعة الأجزاء المتحركة وتعرف القدره الفرمليه كالآتى :

$$BP = IP - MP$$

حيث: MP = القدرة المفقودة فى الحركة الميكانيكية.

ويمكن حساب القدرة الفرملية من العلاقة:

$$BP = \frac{2\pi NT}{60 \times 1000}$$

حيث:

T العزم على عمرد الكرنك نيوتن. متر (N.m)

- الكفاءة الميكانيكية Mechanical Efficiency

تعرف الكفاءة الميكانيكية بأنها النسبة بين القدرة الفرملية الى القدرة البيانية.

$$\eta_m = \frac{BP}{IP} \times 100$$

وتعتمد الكفاءة الميكانيكية على الفاقد الميكانيكى، بزيادة الفاقد الميكانيكى تقل الكفاءة الميكانيكية. وتتراوح قيم الكفاءة الميكانيكية لمحرك البنزين من ٧٠ الى ٩٠٪ ولمحرك الديزل رباعى الأشواط من ٧٠ إلى ٨٢٪، لمحرك ديزل ثنائى الأشواط من ٧٠٪ إلى ٨٥٪.

- الكفاءة الحرارية الفرملية Brake Thermal Efficiency

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحول الى شغل على عمود الكرنك الى كمية الحرارة الناتجة من أحتراق الوقود.

$$\eta_{bth} = \frac{3600 \times BP}{G_f \times F.C.V}$$

ويمكن إيجاد الكفاءة الحرارية الفرملية من العلاقة:

$$\eta_{bth} = \eta_{ith} \times \eta_m$$

حيث: η_m = الكفاءة الميكانيكية للمحرك.

η_{ith} = الكفاءة الحرارية البيانية

وتستخدم الكفاءة الحرارية الفرملية لبيان مدى التشغيل الأقتصادى للمحرك، والعلاقة بين الكفاءة الحرارية الفرملية ηith والكفاءة الميكانيكية للمحرك. وتبلغ قيمة الكفاءة الحرارية الفرملية لمحرك بنزين من ٢٥٪ إلى ٣٣٪ ولمحرك بنزين ٣٥٪ إلى ٤٠٪ ويرجع السبب فى أرتفاع الكفاءة الحرارية لمحرك الديزل عن البنزين الى أرتفاع معامل زيادة الهواء، وهذا يعنى الأحتراق الكامل للوقود الديزل.

ملحقات المحرك Engine Accessories

توجد مع المحرك اجهزة مساعدة تساعد المحرك على تشغيله بأعلى كفاءة وان اى ضرر لهذه الأجهزة يؤدى إلى تغير لبعض أجزاء المحرك ، ومن هذه الأجهزة المساعدة : جهاز التبريد - جهاز الوقود - جهاز تنقية الهواء - جهاز العادم - جهاز بدء الحركة - جهاز احدث الشرارة ، وفيما يلى شرحا لكل الأجهزة المساعدة لمحرك الجرار.

١ - جهاز التبريد Cooling System

نظر لاحتراق كمية من الوقود فان الطاقة الحرارية تتولد داخل الأسطوانة ويستفاد بجزء من هذه الطاقة فى صورة حركية نافعة على عمود الكرنك ، وباقى الطاقة الحرارية تفقد أما محملة مع غازات العادم أو تفقد نتيجة الاحتكاك داخل أجزاء المحرك أو تفقد فى مياه جهاز التبريد. ويفقد فى جهاز التبريد حوالى ثلث الطاقة الحرارية الناتجة من الوقود .

ومن اهم فوائد جهاز التبريد:

١- حفظ درجة حرارة المحرك عند حرارة معينة

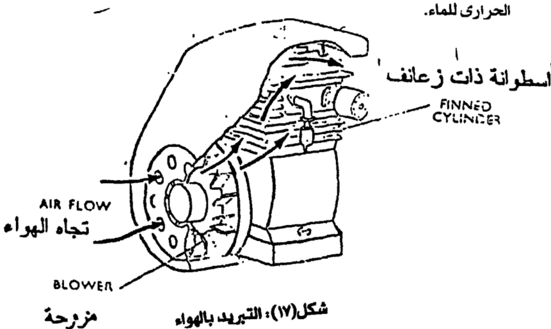
٢- تقليل الاحتكاك للأجزاء المحركة نتيجة تمددها أكثر من اللازم.

٣- حفظ لزوجة الزيت عند درجة معينة حتى لا يؤدى الارتفاع فى درجة حرارة المحرك إلى تغير فى خواص الزيت والتى من أهمها اللزوجة مما يؤثر على كفاءة جهاز التزييت وبالتالى على كفاءة تشغيل المحرك.

وهناك نوعين من أجهزة التبريد. أما تبريد مباشر بواسطة الهواء أو تبريد غير مباشر عن طريق المياه.

- التبريد بالهواء

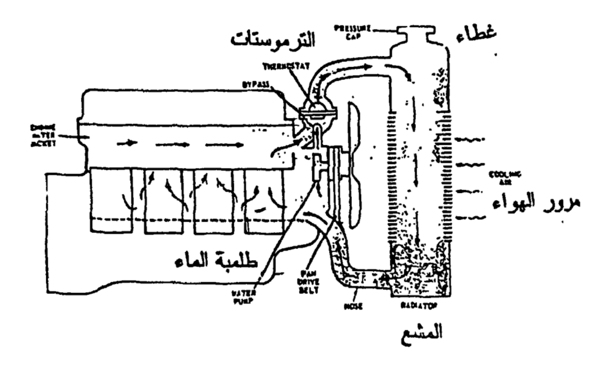
وفيه يمكن استخلاص كمية الحرارة من المحرك بواسطة مرور تيار من الهواء مباشرة على أسطوانات المحرك ويزيد من كفاءة عملية التبريد عن طريق زيادة مساحة سطح الاسطوانة عن طريق ريش خارجة من الاسطوانة شكل (١٧). وتستخدم هذه الطريقة فى المحركات الصغيرة. وميزة هذا النوع من التبريد قلة الأجزاء المتحركة مع الجهاز وعدم الاحتياج إلى قدرة كبيرة له. ولكن كفاءته فى عملية التبريد تكون محدودة حيث أن كمية الحرارة تعتمد على معامل انتقال الحرارة للهواء وهذا المعامل صغير إذا ما قورن معامل التوصيل الحرارى للماء.



شكل(١٧): التبريد بالهواء

- التبريد بالمياه

ويستخدم مع المحرك ذات القدرة العالية ولذا يوجد على معظم الجرارات الزراعية. وشكل (١٨) يوضح رسما تخطيطيا لجهاز التبريد. وتتم دورة التبريد عن طريق سحب المياه الباردة من أسفل الراديـاتير (المشبع) Radiator بواسطة مضخة تدار عن طريق سير والذى يأخذ حركته من عمود الكرنك. والماء الباردة ينتشر حول الأسطوانات فى ممرات تسمى قميص. وتنتقل الحرارة إلى الماء الذى يمر بعد ذلك إلى الراديـاتير.



شكل (١٨): جهاز التبريد بالمياه

و الرادياتير عبارة عن خزانين علوى وسفلى تتصل بينهما مجموعة من المواسير الراسية الرفيعة لزيادة المساحة السطح المعرض لانتقال الحرارة والمواسير الطولية لها معامل توصيل حرارى مرتفع. وبمرور تيار من الهواء بواسطة مروحة تدور بواسطة السير السابق الذكر حيث يمكن سحب الحرارة من الماء ويصل الماء إلى قاع الرادياتير باردا وتتكرر الدورة مرة أخرى. ومن المعروف انه إذا توقفت المضخة عن العمل بالتالى لايتم سريان التبريد.

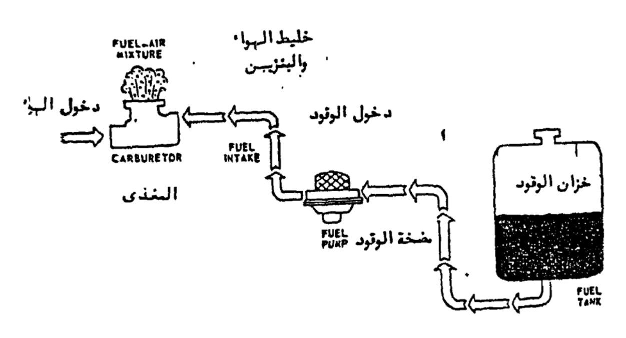
ويوجد فى طريق المياه (بين المحرك والرادياتير) صمام حرارى Thermostat يعمل على تنظيم درجة الحرارة المحرك. فعند بدء المحرك نجد ان درجة حرارة المياه منخفض وليس من الداعى فى البداية مرورها على الرادياتير لتبريدها أكثر ولكن يمكن الاحتفاظ بكمية الحارة المحملة بها بأن تعود هذه المياه ثانية حول المحرك والمساعدة فى بدء تقويم المحرك. وبعد أن يصل المحرك إلى درجة حرارة تتم عندها عملية التبريد فان الصمام الحرارى يفتح مسار للمياه متجها إلى الرادياتير بالطريقة العادية. وغطاء الرادياتير ينظم الضغط داخل الرادياتير حيث يحفظ الضغط تقريبا داخله على أكبر من الضغط الجوى بحوالى ٠٫٥ بار وذلك حتى يرفع من درجة غليان الماء إلى حوالى ١١٠°م بدلا من ١٠٠ °م. وهذا يسمح للمحرك بالعمل عند درجات حرارة عالية نسبياً للحصول على كفاءة أعلى لعملية التبريد وفقد فى كمية الحرارة ويحتوى الغطاء على صمامين صمام ضغط وصمام تفريغ وصمام الضغط فى الغطاء يسمح بهروب بخار الماء من داخل الرادياتير اذا زاد عن حد معين أما صمام التفريغ يبدأ فى الفتح عند حدوث انخفاض فى الضغط اقل من اللازم داخل الرادياتير عند ايقاف المحرك وحدوث تكثيف بخار الماء داخل الرادياتير.

٢- جهاز الوقود Fuel System

٢-١- جهاز الوقود فى المحركات الاشتعال بالشرارة

فى محركات الاشتعال بالشرارة يتم تحضير خليط الوقود والهواء خارج الاسطوانة. ويتكون جهاز الوقود كما هو موضح فى شكل (١٩) من الأجزاء الأتية: خزان الوقود Fuel tank، مضخة الوقود Fuel pump، والفلاتر Filter والمغذى (الكاربوراتير .Carburetor).

ووظيفة مضخة الوقود هى دفع الوقود من الخزان إلى المغذى. أما وظيفة المغذى هو تكوين خليط من الوقود والهواء بنسبة معينة طبقاً لسرعة والحمل الواقع على المحرك.



شكل (١٩): جهاز الوقود لمحركات الإشتعال بالشرارة

٣-٢- جهاز الوقود فى محركات الاشتعال بالضغط :

تتكون دورة الوقود لمحركات الديزل كما فى شكل (٢٠) من الأجزاء الأتية:

١- خزان الوقود - ويجب أن يكون بسعة كافية لكمية الوقود اللازمة لاستهلاك ٨ ساعات تشغيل يوميا على الأقل.

٢- مضخة التوصيل — ووظيفتها سحب الوقود من الخزان ودفعه إلى مضخة الحقن من خلال الفلتر.

٣- فلتر الوقود-تنقية الوقود من اى شوائب موجودة فيه واحيانا يوجد اكثر من فلتر

٤- مضخة الحقن - توقيت وتحديد وتوصيل كمية الوقود الى الأسطوانة تحت ضغط عالى خلال فونية الرشاش

٥- الرشاش : ترذيذ الوقود داخل الأسطوانة حتى يتم خلطه بالهواء الساخن لسهولة عملية الاشتعال.

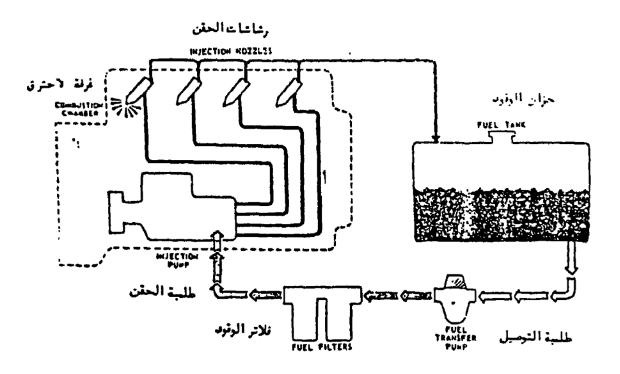
ويهتم بتنقية الوقود فى محركات الديزل للأسباب الآتية :

١- نوع الوقود المستخدم هناك هو السولار وهو غالبا ما يكون به نسبة من الشوائب والتى يجب التخلص منها قبل مرورها على فونية الرشاش أو مضخة الحقن

٢- تعتبر مضخة الحقن والرشاشات من الأجهزة الغالية الثمن والدقيقة الصنع وأيضا المكلفة عند ضبطها فإذا وجدت شوائب فى مضخة الحقن فأنها تتآكل بسرعة وبالتالى يحدث انخفاض فى ضغط معدل سريان الوقود الى الأسطوانة مما يؤدى الى عدم كفاءة ترذيذ الوقود - وممكن تصور صعوبة هذه المشكلة اذا

عرف أن الخلوص لكلا الجهازين يكون صغيرا جدا وانه من المستحيل المحافظة على هذا الخلوص مع اى شوائب.

ولهذا فيوضع اكثر من فلاتر للوقود وهذا لضمان حجز كل الشوائب قبل وصولها الى الحقن أو الرشاش . وفلتر التنقية وهو عبارة عن ورق مماثل لورق الترشيح ذو مسام معينة ومصنع بشكل خاص لزيادة مساحة التنقية وموضوع فى علبة معدنية.



شكل (٢٠): جهاز الوقود لمحركات الاشتعال بالضغط (ديزل)

ومضخة الحقن تتكون من مجموعة من المضخات يكون عددها مساو لعدد اسطوانات المحرك والمجموعة كلها تأخذ حركتها من عمود الكرنك خلال مجموعة من التروس وكل مضخة تحتوى على مكبس صغير يتحرك داخل اسطوانة عن طريق كامة.

ويندفع الوقود الواصل إلى الرشاش من خلال فتحة صغيرة موجودة فيه فإذا كان ضغط الوقود أعلى من ضغط الياى الموجود على إبرة الرشاش فان الإبرة تتحرك إلى أعلى ويخرج الوقود من الفتحة على هيئة رذاذ رفيع أما فى حالة انخفاض الضغط من مضخة الحقن فان الإبرة تغلق مسار الوقود إلى الاسطوانة بفعل تأثير قوة الياى.

٤- جهاز تزييت المحرك

من المعروف أن أى حركة بين جسمين تؤدى إلى احتكاك سطحى التلامس بينهما ، ونتيجة لوجود الاحتكاك بين الأسطح المتحركة، ونتيجة الاحتكاك تنتج طاقة حرارية والتى يجب التخلص منها حتى لا تؤثر على خواص المواد المتحركة. ولتقليل طاقة الاحتكاك وبالتالى الطاقة الحرارية يجب تنعيم سطح الاحتكاك حيث أن مقاومة الاحتكاك تعتمد على القوة العمودية على سطح الاحتكاك وعلى معامل الاحتكاك بين السطحين والذى بدورة يعتمد على درجة خشونة السطحين.

فوائد عملية التزييت تتلخص فى الآتى:

١- تقليل الاحتكاك أو تقليل تآكل الأجزاء المتحركة وبالتالى الطاقة الحرارية الناتجة عن عملية الاحتكاك.

٢- تعمل طبقة الزيت على إحكام الضغط داخل الأسطوانة فتمنع تسرب الغازات حول المكبس.

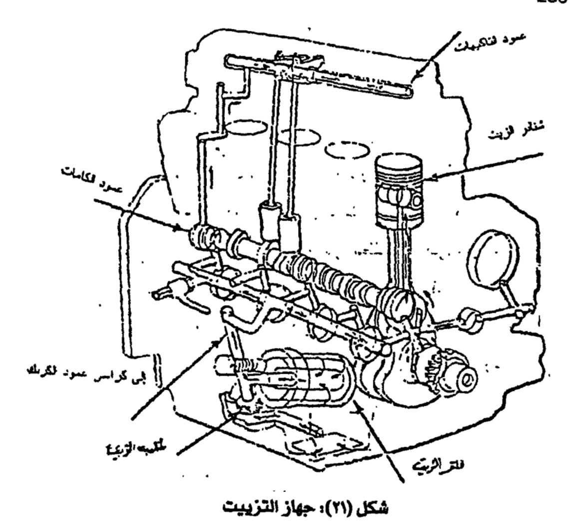
٣- يعتبر الزيت وسطا لانتقال الحرارة فتساعد فى عملية تبريد المحرك.

٤- يعمل على سهولة حركة الأجزاء المتحركة ونظافتها عن طريق سحب الشوائب المترسبة والناتجة من عملية الاشتعال.

وعملية التزييت من العمليات الهامة فى محرك الجرار. ودورة التزييت كما توضح شكل (٢١) تتكون أساسا من:

مضخة الزيت	Oil Pump
علبة الكرنك (الكارتير)	Crank Case
فلتر الزيت	Oil Filter
صمام التحكم فى الضغط	Pressure Regulator
مقياس ا لضغط	Pressure Gauge
مقياس لتحديد مستوى الزيت	Oil Stick

والمضخة تدفع الزيت داخل فجوات رفيقة فى عمود الكرنك ثم إلى ذراع التوصيل حتى يصل إلى البنز ومنها إلى فجوات شنابر الزيت لتصل إلى جدار المكبس والأسطوانة. ويمكن كشط الزيت الزائد بواسطة شنابر الزيت أو شنابر الكبس أثناء تحرك المكبس إلى أسفل مرة ثانية إلى الكارتير.



شكل (٢١): جهاز التزييت

٤- جهاز تنقية الهواء

يوجد مع كل محرك جهاز للسحب وهو كجهاز التنفس له. فمثلا فى محركات الاشتعال بالشراره يتم خلط البنزين مع الهواء النقى خارج المحرك فى الكاربوراتير . ويتم دخوله إلى المحرك عن طريق صمام السحب فى شوط السحب. أما فى محركات الأشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقى إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. ويتم طرد غازات العادم فى كلا المحركين خلال صمام العادم فى شوط الطرد. أما فى محركات الاشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقى إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. وعليه فى كلا المحركين يجب سحب هواء نقى خالى من الأتربة المعلقة.و نسبة الأتربة فى الهواء غالباً ما

تكون مرتفعة . وهذه الكمية من الأتربة يجب العمل على حجزها خوفا من دخولها إلى المحرك. ولكن كفاءة الأجهزة المستخدمة فى عملية التنقية تحد من إمكانية حجز كل هذه الكمية من الأتربة وذلك لأن الأتربة تختلف فى حجم ذراتها والتى تدخل إلى المحرك هى الأتربة الصغيرة جداً والتى لا يمكن حجزها فى جهاز التنقية. وتتراوح كفاءة أجهزة التنقية بين ٩٥٪ - ٩٩٪ ومعنى هذا هناك نسبة من هذه الأتربة تدخل بالفعل إلى المحرك وهذه النسبة لا تتعدى من ١-٥٪. واهمية منقى الهواء ترجع إلى أن الكمية الكبيرة من الهواء المستهلك فى المحرك يكون بها من الشوائب والأتربة ما يكفى لتآكل المحرك وأجزائه المتحركة فى ساعات قليلة إذا لم تتم تنقية هذا الهواء قبل دخوله إلى الاسطوانات وسعة منقى الهواء لابد أن تكفى لحجز الشوائب الموجودة فى الهواء لفترة من التشغيل معقولة قبل تنظيفه واحيانا يستخدم فلتر ذو المراحل وخصوصا مع المحركات التى تعمل تحت ظروف تركيز أتربة عالى.

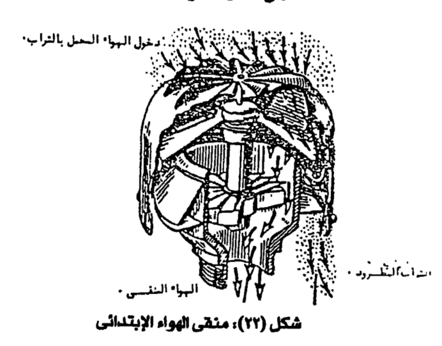
الأنواع الرئيسية لمنقى الهواء

- منقى ابتدائى Pre-Cleaner

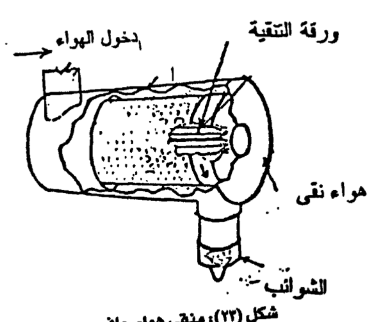
يوضع هذا الفلتر فى أعلى منطقة للجرار ويقوم أساسا بحجز جزيئات الأتربة ذو الحجم الكبير قبل دخوله إلى المنقى الرئيسي وهذا ما يقلل من الحمل الواقع عليه وبالتالى تزداد فترات الصيانة المطلوبة ويوضح شكل (٢٢) منقى الهواء الإبتدائى. و صيانة فلتر الهواء تكون محددة عن طريق كتالوج الشركة المصنعة للمحرك. فمثلا كل ٨ ساعات تشغيل (يوميا)يجب الكشف عن المنقى الابتدائي وتنظيفه من الأتربة المحجوزة به وإذا كان المنقى يحتوى على شبكة فيجب تنظيفها من الشوائب المتعلقة.

- منقى الهواء الجاف Dry Air Cleaner

منقى الهواء الجاف شكل (٢٣) يتم فيه تنقية الهواء عن طريق مرور الهواء من ثقوب رفيعة خلال ورق الترشيح، وفيه يتم حجز بقية الشوائب المتعلقة بالهواء وأحيانا ما يضاف مع هذا النوع من الفلاتر جهاز يبين معدل انخفاض الضغط داخل الفلتر للتأكد من سلامة عمل الفلتر ويوضح الوقت اللازم لتنظيف هذا الفلتر لأنه فى حالة انسداد الفلتر بالشوائب عليه تزداد مقاومة الهواء وبالتالى يحدث تفريغ داخل الفلتر.



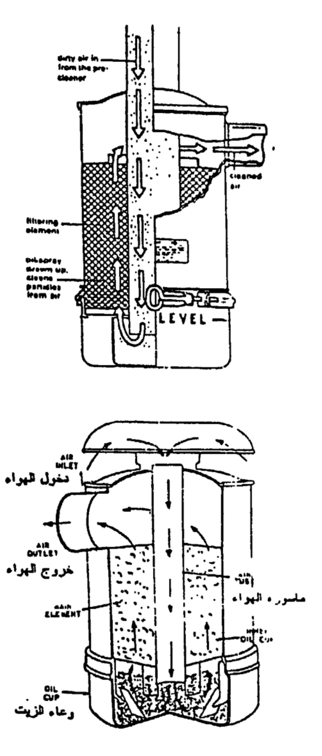
شكل (٢٢): منقى الهواء الإبتدائى



شكل (٢٣): منقى هواء جاف

- فلتر الهواء ذو حمام الزيت Oil Bath Air Cleaner

يتكون فلتر الهواء ذو حمام الزيت (شكل٢٤) من وعاء به زيت عند ارتفاع معين ويوجد أعلى هذا الوعاء شبكة من سلك رفيع وكله داخل علبه الفلتر فعند مرور الهواء فى الأنبوبة الراسية إلى أسفل فإن الهواء يدفع الزيت قليلا إلى أسفل وعند مرور على سطحه فإن قطرات التربة المعلقة فى الهواء تحجز فى الزيت وبعد ذلك يمر الهواء على الشبكة السلك التى تحجز ما تبقى من أتربة على سطحها الذى يكون دائما مبلل أيضا بقطرات الزيت ويمر الهواء نقى بعد ذلك إلى الأسطوانات من خلال صمام السحب. ولإجراء العملية بكفاءة عالية لسحب الأتربة المتعلقة فى الهواء يجب أن تكون الأنبوبة الراسية مغموسة فى الزيت بحوالى ١ سم إلى أسفل وهذا ما يظهر بجانب عليه الزيت بعلامة تحدد مستوى الزيت. فإذا كان مستوى الزيت أقل من ذلك فإن عملية التنقية تكون غير كاملة حيث أنه لا يوجد فرصة لزيت لسحب الأتربة التربة من الهواء. أما إذا كان مستوى الزيت أعلى من اللازم فإن الهواء يجد صعوبة للمرور خلال الفلتر مما يؤدى إلى خنق المحرك وهذا يؤدى إلى احتراق غير كامل للوقود نتيجة لقلة كمية الهواء اللازم للمحرك. وقد يؤدى ارتفاع مستوى الزيت إلى سحب قطرات منه مع الهواء المندفع إلى الأسطوانات. مما يزيد من ترسيب الكربون داخل الأسطوانة نتيجة حرق الزيت بداخلها. وغالبا ما يستعمل زيت ذو درجة لزوجة مساوية لدرجة الزيت المستخدم فى علبة الكرنك.



شكل (٢٤): منقى هواء ذو حمام الزيت

٥- جهاز العادم

وجهاز العادم هو الذى يقوم بجميع غازات العادم الناتجة من عملية الاشتعال وحملها إلى خارج المحرك. ويقوم جهاز العادم بالآتى:

١- الاقلال من سرعة الغازات الخارجة من الأسطوانة.

٢- اخماد الصوت العالى.

٣- إطفاء أى جزء كربونى متوهج فى علبة العادم قبل خروجها إلى الجو الخارجى منعا لحدوث الحرائق.

٤- سحب الحرارة من الأسطوانات.

ويتكون جهاز العادم من صمام العادم ، وانابيب وعلبة العادم (شكل٢٥) وعلبة العادم تتكون من أنبوبة طويلة تمر داخل علبة أكبر منها فى القطر بحوالى ٣مرات. وقد يوضح فى بعض الأحيان صوف زجاجى حول الأنبوبة الداخلية كمادة لإخماد الصوت ولها خاصية التحمل لدرجات الحرارة.

٦- الأجهزة الكهربائية للمحرك

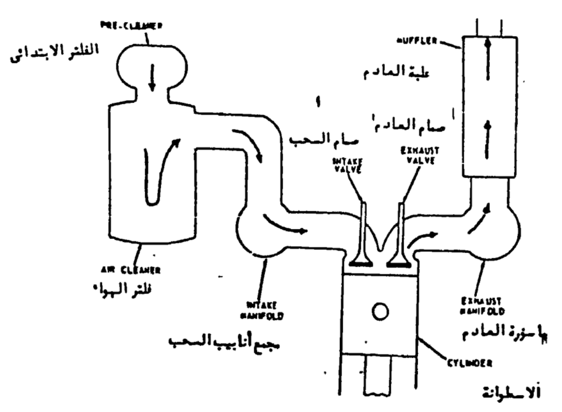
يتكون أساسا من الأجزاء الآتية:

١- البطارية : إختزان الطاقة الكهربائية لمدها أثناء تقويم المحرك.

٢- الدينامو : وظيفة شحن البطارية.

٣- المارش (موتور كهربائى) : وظيفته إدارة الترس الخاص بالحدافة الذى يساعد فى إدارة المحرك أثناء بدء حركته.

أما فى محركات الاشتعال بالشرارة فقط. فيوجد بالأضافة للاجزاء السابقة مايلى :



شكل (٢٥): جهازى السحب والعادم

١- الملف : فى إنتاج الطاقة الكهربائية بفولت عالى لأعطاء الشرارة الكهربائية لشمعة الأشعال.

٢- الموزع : توجيه الشرارة الكهربائية لشمعة الاشتعال لكل اسطوانة فى الوقت المحدد لذلك.

٣- شمعة الاشعال : تعطى الشرارة الكهربائية لمخلوط الهواء والبنزين.

والدورة الكهربائية فى المحركات تنقسم إلى ثلاثة دوائر كهربائية:

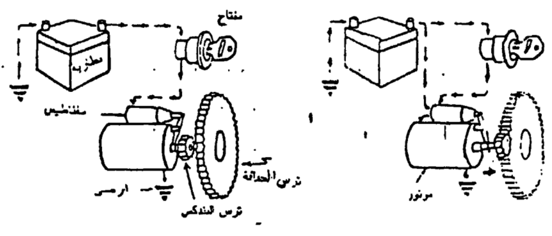
١- دائرة الشحن Charging Circuit

٢- دائرة إحداث الشرارة Ignition Circuit

٣- دائرة بدء الحركة Starting Circuit

- طريقة لبدء إدارة المحرك (طريقة المارش الكهربائى)

وهى أسهل طريقة لبدء إدارة المحرك (شكل ٢٦) وهى عبارة عن موتور كهربائى يستمد الطاقة الكهربائية من البطارية ومركب على محوره ترس صغير يسمى ترس البندكس. وهذا الترس يقابل ترس كبير موجود على محيط الحدافة. وهذين الترسين يكونا فى وضع الفصل عندما يكون المحرك دائراً. ولكن أثناء بدء إدارة المحرك يتم أولاً إدارة الموتور الكهربائى وبالتالى يدور محوره وعلى هذا المحور يوجد حلزون يعمل على دفع ترس البندكس لتوصيله بترس الحدافة ليعمل على دوران عمود الكرنك وهذه العملية تتم فى ثوانى قليلة. ونجد أن الحدافة تدور ومعها عمود الكرنك الذى يقوم بدوره فى حركة مكابس الاسطوانات إلى اعلى وأسفل لعمل مجموعة من الدورات الحرارية حتى يصبح للمحرك القدرة على الاستمرار فى إدارة نفسه وفى هذه الأثناء تفصل الدائرة الكهربائية عن الموتور ويقف الموتور عن الحركة ويعود ترس البندكس إلى وضع الفصل بفعل ياى موجود على محوره.



شكل (٢٦): طريقة بدء إدارة المحرك

المراجع

مراجع باللغة العربية:

- السعيد رمضان العشرى،٢٠٠٦: طرق تجريبية فى هندسة الجرارات - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٣.
- السعيد رمضان العشرى،٢٠٠٢: محرك الأحتراق الداخلى - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٧
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٥: القوى الزراعية - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية ١٩٩٥.
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية جـ١ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية١٩٩٧ .
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية جـ٢ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية. ١٩٩٧ .
- بوافيم كوتراد: هندسة الجرارات. مؤسسة الأهرام بالقاهرة بالأشتراك مع المؤسسة الشعبية للتأليف بليبزج.
- حلمى السيد جاد، تكنولوجيا السيارات. كلية الهندسة - جامعة المنصورة
- جورج باسيلى حنا، ١٩٧٦: الميكنة والجرارات الزراعية. مطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعى.
- سمير محمد يونس، واخرون ٢٠٠٢ اساسيات الهندسة الزراعية- مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٢
- سمير محمد يونس، ١٩٨٢ - الجرارات الزراعية - كلية الزراعة - الإسكندرية.

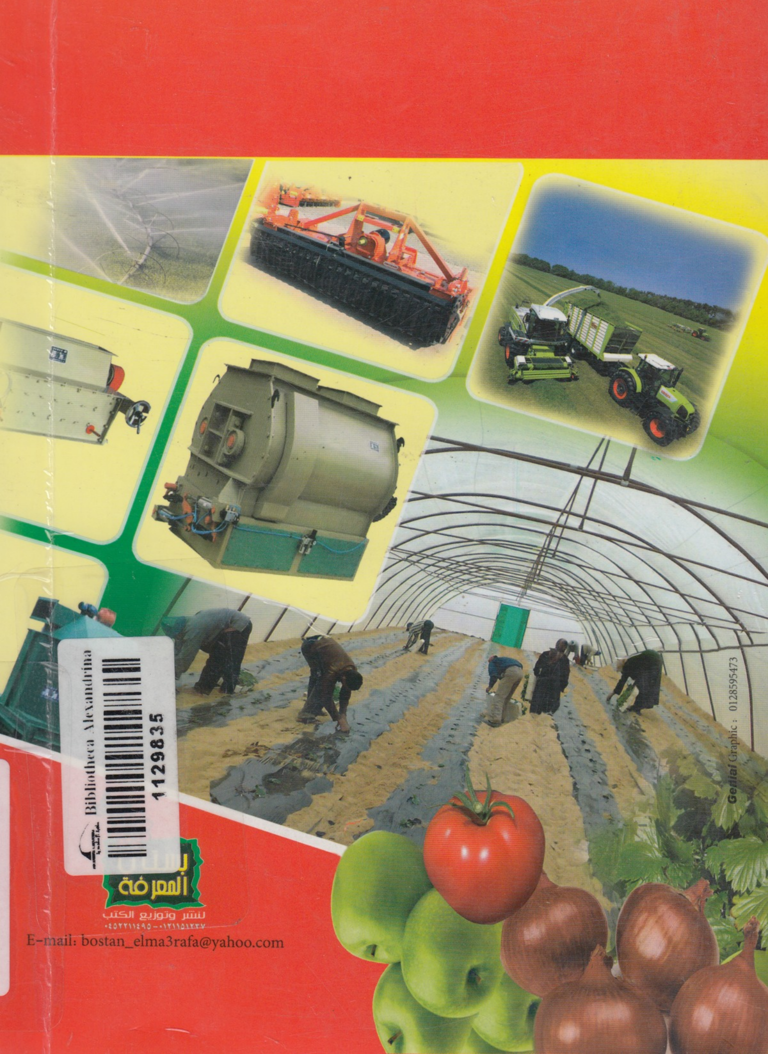
- عبد الحميد ابوسبع، على يسرى كريم، -١٩٧٧ - الجرارات الزراعية -دار المعارف الإسكندرية.
- عبد الحميد زكريا شكر & مدحت عبد الله حميده ١٩٨٤ هندسة تصنيع المنتجات الزراعية- الشركة العربية للطباعة والتصوير.
- عبد الوهاب شلبى ٢٠٠٠ هندسة التصنيع الغذائى(٣جزء) . منشاه المعارف الاسكندرية
- محمد احمد صباح عبد الحميد زكريا شكر ١٩٩٥ : مقدمة فى هندسة التصنيع الزراعى -مطبعة جامعة الإسكندرية.
- محمد نبيل العوضى، ١٩٨٢: هندسة الجرارات والآلات الزراعية. كلية الزراعة - جامعة عين شمس.
- منير عزيز مرقص، سامى محمد يونس ١٩٩١، أساسيات الميكنة الزراعية، المكتب الدولى القاهرة.

مراجع باللغة الإنجليزية

- Agricultural Engineers Yearbook, American Society of Agricultural Engineers, 1978.
- Barger, E.L. et al, Tractors and Their Power Units John Wiley and Sons Inc. New York, 1967
- Brennan J. G., et al, Food Engineering Operations, London, 1974.
- Csorba, Julius J. "Farm Tractor: Trends in Type, Size, Age and USA ."Agr. Info. Bull. No. 231, Agr. Research Service, USDA.
- Gelman, B. and Moskvin, M. 1975: Farm Tractors. Mir Publishers, Moscow, USSR.
- Goering. C.E 1989. Engine and tractor Power. St. Joseph, MI:ASAE

- Henderson S. M. and R. L. Perry., Agricultural Process Engineering, New York, 19
- Hunt, Donnell, Farm Power and Machinery Management Lowa State Univ. Press, 1960 Ames, Lowa..
- Hunt., 1983: Farm Power and Machinery Management Iowa State University Press, Ames.
- Inns, F.M., 1984: Technology of tractors and implements. course details. Silsoe College, Silsoe, Bedford, uk,
- Jacobs, C., Harrel, W, and Shinn, G., 1982: Agricultural Power and Machinery. Mc-Graw. Hill Book Company, U.S.A.
- Jones, F.K., and W.H. Aldred. 1980. Farm power and tractors, 5th ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kepner, R.A., R. Bainer and E.L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery, 3rd Ed. Westport, CT: AVI publishing Co.
- Liljedahl, J.B., P.K. Turnquist, D. W. Smith and M. Hoki. 1989. Tractors and their Power Units, 4th Ed. New York: Van Nostrand Reinhold

المحتويات



E-mail: bostan_elma3rafa@yahoo.com